

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-250435

(43)Date of publication of application : 22.09.1997

(51)Int.Cl.

F02P 5/152  
F02P 5/153  
F02D 41/04  
F02D 41/04  
F02D 45/00  
F02D 45/00  
F02M 25/07

(21)Application number : 08-261538

(71)Applicant : YAMAHA MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 02.10.1996

(72)Inventor : NAKAMURA TSUNEHISA  
MATSUO NORITAKA

(30)Priority

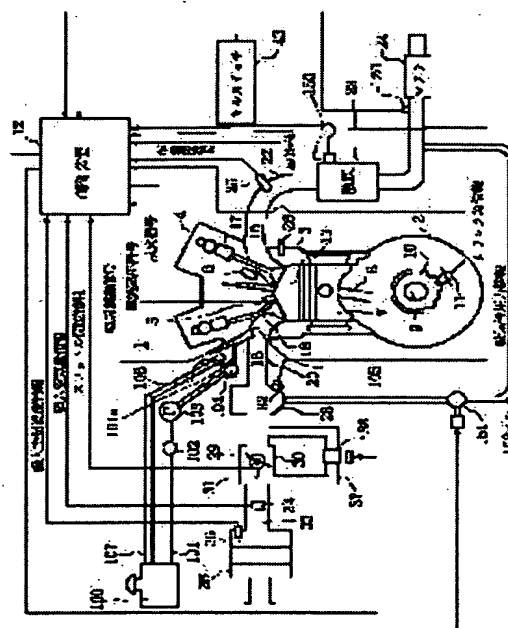
Priority number : 07254847 Priority date : 02.10.1995 Priority country : JP

## (54) ENGINE CONTROL METHOD AND CONTROL DEVICE THEREFOR

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To ensure startup property, transient responsiveness or the like in the wide range of an operation area by memorizing the combustion rate value at a specified crank angle as map data of a target combustion rate value and advancing or delaying an ignition timing based on the comparison between the detection value of the combustion rate and the target combustion rate value.

**SOLUTION:** When an engine operation state is controlled, the operation state is judged from various sensor information or the like imported in a controller 12, and a value corresponding the variable in the memory is input in response to this state. For example, while in a certain acceleration state at a middle/high engine speed and at a middle/high speed load or while in loose acceleration operation state, 1 is memorized for variable, when the variation rate of a throttle opening is a specified value or more, 2 is



memorized for variable. According to these variables, the target combustion rate according to the engine speed and load is obtained, the ignition timing is advanced or delayed based on the comparison between the detection value of the actual combustion rate up to a specified crank angle and the target combustion rate value, and the ignition timing is controlled.

---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 13.06.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The combustion condition that correspond to at least one side among a load or an engine speed, and desired operational status is acquired is acquired. Among a load or an engine speed, while holding a combustion rate value [ in / the time of this combustion condition / a predetermined crank angle ] in memory as map data of the target combustion rate value at least corresponding to one side the actual combustion rate to said predetermined crank angle -- detecting -- the comparison with the detection value of this combustion rate, and said target combustion rate value -- being based -- the direction of said detection value -- smallness -- a time -- a fire stage -- advancing -- the direction of a detection value -- size -- a time -- a fire stage -- delaying -- as -- The control approach of the engine characterized by controlling ignition timing.

[Claim 2] The actual combustion rate to said predetermined crank angle The crank angle of a before [ from after the termination like an exhaust air line / the early stages of a compression stroke ], and the crank angle from compression stroke initiation to ignition initiation, The control approach of the engine according to claim 1 characterized by detecting the firing pressure in at least four crank angles which an exhaust air line becomes from two crank angles in the period to initiation from ignition initiation, and making it compute based on these firing-pressure data.

[Claim 3] The combustion condition that correspond to at least one side among a load or an engine speed, and desired operational status is acquired is acquired. Among a load or an engine speed, while holding in memory the crank angle value which reaches a predetermined combustion rate value in this combustion condition as map data of the crank angle value at least corresponding to one side Detect the actual crank angle which reaches said predetermined combustion rate value, and it is based on the comparison with the detection value of this crank angle, and a target crank angle value. The control approach of the engine characterized by controlling ignition timing to delay ignition timing when becoming the crank angle to which ignition timing was advanced and the direction of a detection value progressed when becoming the crank angle which was in the direction of said detection value.

[Claim 4] The actual crank angle which reaches said predetermined combustion rate value The crank angle of a before [ from after the termination like an exhaust air line / the early stages of a compression stroke ], and the crank angle from compression stroke initiation to ignition initiation, The control approach of the engine according to claim 3 characterized by detecting the firing pressure in at least four crank angles which an exhaust air line becomes from two crank angles in the period to initiation from ignition initiation, and making it compute based on these firing-pressure data.

[Claim 5] An operational status detection means including an engine-speed detection means, a crank angle detection means, and a combustion pressure detection means, The data storage holding target status value, and the status value calculation program which computes actual status value from the information from said each detection means, The program storage holding the control value calculation program which computes the control value of ignition timing based on the comparison with the computed status value and the target status value held at said data storage, The control unit of the engine characterized by having the ignition lit based on the control value of ignition timing, and controlling the following ignition timing of A or B.

A. The actual combustion rate to a predetermined crank angle The crank angle of a before [ from

after the termination like an exhaust air line / the early stages of a compression stroke ], and the crank angle from compression stroke initiation to ignition initiation, The firing pressure in at least four crank angles which an exhaust air line becomes from two crank angles in the period to initiation is detected from ignition initiation. these firing-pressure data -- being based -- computing -- making -- the comparison with the detection value of a combustion rate, and said target combustion rate value -- being based -- the direction of said detection value -- smallness -- a time -- a fire stage -- advancing -- the direction of a detection value -- size -- a time -- a fire stage -- delaying -- as -- ignition timing -- controlling .

B. The actual crank angle which reaches a predetermined combustion rate value The crank angle of a before [ from after the termination like an exhaust air line / the early stages of a compression stroke ], and the crank angle from compression stroke initiation to ignition initiation, The firing pressure in at least four crank angles which an exhaust air line becomes from two crank angles in the period to initiation is detected from ignition initiation. Make it compute based on these firing-pressure data, and it is based on the comparison with the detection value of a crank angle, and a target crank angle value. When becoming the crank angle which was in the direction of said detection value, ignition timing is advanced, and when becoming the crank angle to which the direction of a detection value progressed, ignition timing is controlled to delay ignition timing.

[Claim 6] The combustion condition that correspond to at least one side among a load or an engine speed, and desired operational status is acquired is acquired. Among a load or an engine speed, while holding a combustion rate value [ in / the time of this combustion condition / a predetermined crank angle ] in memory as map data of the target combustion rate value at least corresponding to one side Detect the actual combustion rate to said predetermined crank angle, and it is based on the comparison with the detection value of this combustion rate, and said target combustion rate value. the direction of said detection value -- smallness -- the time -- a fuel-injection initiation stage -- advancing -- the direction of a detection value -- size -- the time -- a fuel-injection initiation stage -- delaying -- as -- a fuel-injection initiation stage -- controlling -- things -- the description -- carrying out -- a diesel power plant -- it can set -- an engine -- the control approach.

[Claim 7] The combustion condition that correspond to at least one side among a load or an engine speed, and desired operational status is acquired is acquired. Among a load or an engine speed, while holding in memory the crank angle value which reaches a predetermined combustion rate in this combustion condition as map data of the target crank angle value at least corresponding to one side Detect the actual crank angle which reaches said predetermined combustion rate value, and it is based on the comparison with the detection value of this crank angle, and said target crank angle value. The control approach of the engine in the diesel power plant characterized by controlling a fuel-injection initiation stage so that it sets forward a fuel-injection initiation stage when becoming the crank angle which was in the direction of said detection value, and a fuel-injection initiation stage may be delayed, when becoming the crank angle to which the direction of a detection value progressed.

[Claim 8] The combustion condition that desired operational status is acquired among a load or an engine speed at least corresponding to one side is acquired. Each combustion rate value in two or more predetermined crank angles in this combustion condition as map data of two or more target combustion rate values to said two or more predetermined crank angles While holding in memory among a load or an engine speed at least corresponding to one side The actual combustion rate to an early predetermined crank angle is detected among said two or more predetermined crank angles. The control approach of the engine characterized by controlling ignition timing so that a fire stage may be set forward when said detection value is smaller, and a fire stage may be delayed based on the comparison with the detection value of this combustion rate, and the target combustion rate value to said early predetermined crank angle the time of the direction of a detection value becoming size.

[Claim 9] The combustion condition that desired operational status is acquired among a load or an engine speed at least corresponding to one side is acquired. Each combustion rate value in two or more predetermined crank angles in this combustion condition as map data of two or more target combustion rate values to said two or more predetermined crank angles While holding in memory among a load or an engine speed at least corresponding to one side At least two actual combustion rates to at least two predetermined crank angles are detected among said two or more predetermined crank angles. It asks for the rate of change to the crank angle of these at least two actual combustion

rates. The change to the crank angle of two or more of said predetermined target combustion rates comes out comparatively, and it is based on the comparison with a certain target rate. When the rate of change by said detection value is smaller than a target rate, it is detected as the rate of combustion being slow. Increase the fuel amount of supply of en JINHE, or the new mind before the combustion in an engine combustion chamber is mixed. The amount of the recycling exhaust gas which is a part of existing combustion gas formed in a pre-combustion cycle [ whether it decreases and ] The control approach of the engine characterized by controlling to realize any one of whether the amount of flow in a cylinder of the new mind before the combustion in an engine combustion chamber is increased, a compression ratio is increased, or the charge pressure is increased.

[Claim 10] The combustion condition that desired operational status is acquired among a load or an engine speed at least corresponding to one side is acquired. Each crank angle value used as two or more predetermined combustion rates in this combustion condition as map data of two or more target crank angle values to said two or more predetermined crank angles While holding in memory among a load or an engine speed at least corresponding to one side The actual crank angle which reaches a small predetermined combustion rate among each crank angle which reaches said two or more predetermined combustion rates is detected. It is based on the comparison with the detection value of this crank angle, and the target crank angle value set up corresponding to said small predetermined combustion rate. It is the control approach of the engine characterized by controlling ignition timing so that it advances ignition timing when the direction of said detection value is behind, and ignition timing may be delayed, when the direction of a detection value is progressing.

[Claim 11] The combustion condition that desired operational status is acquired among a load or an engine speed at least corresponding to one side is acquired. Each crank angle value used as two or more predetermined combustion rates in this combustion condition as map data of two or more target crank angle values to said two or more predetermined crank angles While holding in memory among a load or an engine speed at least corresponding to one side At least two actual crank angles which reach at least two predetermined combustion rates among said two or more predetermined combustion rates are detected. It asks for the rate of change to the combustion rate of these at least two actual crank angles. The change to the combustion rate of two or more of said predetermined target crank angles comes out comparatively, and it is based on the comparison with a certain target rate. When the rate of change by said detection value is larger than a target rate, it is detected as the rate of combustion being slow. Increase the fuel amount of supply of en JINHE, or the new mind before the combustion in an engine combustion chamber is mixed. The amount of the recycling exhaust gas which is a part of existing combustion gas formed in a pre-combustion cycle [ whether it decreases and ] The control approach of the engine characterized by controlling to realize at least one of whether the amount of flow in a cylinder of the new mind before the combustion in an engine combustion chamber is increased, a compression ratio is increased, or the charge pressure is increased.

[Claim 12] The control approach of the engine according to claim 8 to 11 characterized by giving predetermined width of face to said target combustion rate and a target crank angle.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the control approach of the diesel power plant of the jump-spark-ignition engine of a two cycle or a four cycle, a two cycle, or a four cycle, and its control unit.

[0002]

[Description of the Prior Art] If in controlling this ignition timing although controlling ignition timing is performed a knocking detection means is arranged, knocking is not detected, it will be made to carry out the tooth lead angle of the ignition timing and knocking will be detected, the lag of the ignition timing will carry out, so that high power may obtain in a high negative region in a two-cycle jump-spark-ignition engine or a four-cycle jump-spark-ignition engine, and some which perform feedback control of ignition timing based on knocking existence information so that it may be in the tooth-lead-angle condition of a knocking generating limitation are. The feedback control of such ignition timing is based on the view that the maximum output or generating of the maximum torque in the rotational frequency region is possible, when the tooth lead angle of the ignition timing is carried out to a knocking generating limitation.

[0003] Also in a diesel power plant, when detecting knocking, and detecting knocking so that knocking may not occur even if there is an ignition delay, there are some which set forward a fuel-injection initiation stage.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, even if it does not generate the best torque [ in / as an ignition timing tooth-lead-angle condition of a knocking generating limitation / the operation region ] depending on operational status, such as an engine speed, but lights in the ignition timing which can generate the \*\*\*\* best torque, it may not become a knocking generating limitation. In this case, even if it performs feedback control of ignition timing based on knocking existence information, this best torque is not acquired.

[0005] In addition, the same is said of the fuel-injection initiation stage in a diesel power plant. Moreover, a simple and positive approach is required to obtain a good cold start, good acceleration moderation, pure exhaust gas, good fuel consumption, or a good horsepower output torque [ not only / best / not only ].

[0006] This invention aims at offering the control approach of the engine made controllable so that good startability, good transient response nature, pure exhaust gas, good fuel consumption, or a good horsepower output may be obtained, and its control unit so that it might be made in view of this point and may become the best torque in that operation region, for example, that engine speed, and a load in a wide range operation region.

[0007]

[Means for Solving the Problem] In order to solve said technical problem and to attain the purpose, the control approach of the engine invention according to claim 1 The combustion condition that correspond to at least one side among a load or an engine speed, and desired operational status is acquired is acquired. Among a load or an engine speed, while holding a combustion rate value [ in / the time of this combustion condition / a predetermined crank angle ] in memory as map data of the target combustion rate value at least corresponding to one side the actual combustion rate to said

predetermined crank angle -- detecting -- the comparison with the detection value of this combustion rate, and said target combustion rate value -- being based -- the direction of said detection value -- smallness -- a time -- a fire stage -- advancing -- the direction of a detection value -- size -- a time -- a fire stage -- delaying -- as -- ignition timing -- controlling -- things -- the description -- carrying out -- \*\*\*\*

[0008] thus, the actual combustion rate to a predetermined crank angle -- detecting -- the comparison with the detection value of this combustion rate, and a target combustion rate value -- being based -- the direction of a detection value -- smallness -- a time -- a fire stage -- advancing -- the direction of a detection value -- size -- a time -- a fire stage -- delaying -- as -- Ignition timing can be controlled, the ignition timing of the minimum tooth lead angle when the operational status of the request in the operation region, for example, the engine speed, and a load is acquired can be grasped in a wide range operation region, and feedback control can be carried out so that it may light in the ignition timing.

[0009] The control approach of the engine invention according to claim 2 The actual combustion rate to said predetermined crank angle The crank angle of a before [ from after the termination like an exhaust air line / the early stages of a compression stroke ], The firing pressure in at least four crank angles which an exhaust air line becomes from two crank angles in the period to initiation is detected from the crank angle from compression stroke initiation to ignition initiation, and ignition initiation, and it is characterized by making it compute based on these firing-pressure data.

[0010] Thus, the actual combustion rate to a predetermined crank angle is appropriately computable based on firing-pressure data.

[0011] The control approach of the engine invention according to claim 3 The combustion condition that correspond to at least one side among a load or an engine speed, and desired operational status is acquired is acquired. Among a load or an engine speed, while holding in memory the crank angle value which reaches a predetermined combustion rate value in this combustion condition as map data of the crank angle value at least corresponding to one side Detect the actual crank angle which reaches said predetermined combustion rate value, and it is based on the comparison with the detection value of this crank angle, and a target crank angle value. When becoming the crank angle to which ignition timing was advanced and the direction of a detection value progressed when becoming the crank angle which was in the direction of said detection value, it is characterized by controlling ignition timing to delay ignition timing.

[0012] Thus, detect the actual crank angle which reaches a predetermined combustion rate value, and it is based on the comparison with the detection value of this crank angle, and a target crank angle value. Advance ignition timing, when becoming the crank angle which was in the direction of a detection value, when becoming the crank angle to which the direction of a detection value progressed, control ignition timing to delay ignition timing, and it sets in a wide range operation region. The ignition timing of the minimum tooth lead angle when the operational status of the request in the operation region, for example, the engine speed, and a load is acquired can be grasped, and feedback control can be carried out so that it may light in the ignition timing.

[0013] The control approach of the engine invention according to claim 4 The actual crank angle which reaches said predetermined combustion rate value The crank angle of a before [ from after the termination like an exhaust air line / the early stages of a compression stroke ], The firing pressure in at least four crank angles which an exhaust air line becomes from two crank angles in the period to initiation is detected from the crank angle from compression stroke initiation to ignition initiation, and ignition initiation, and it is characterized by making it compute based on these firing-pressure data. Thus, the actual crank angle which reaches a predetermined combustion rate value is appropriately computable based on firing-pressure data.

[0014] The control unit of the engine of invention according to claim 5 An operational status detection means including an engine-speed detection means, a crank angle detection means, and a combustion pressure detection means, The data storage holding target status value, and the status value calculation program which computes actual status value from the information from said each detection means, The program storage holding the control value calculation program which computes the control value of ignition timing based on the comparison with the computed status value and the target status value held at said data storage, It has the ignition lit based on the control

value of ignition timing, and is characterized by controlling the following ignition timing of A or B.  
 [0015] A. The actual combustion rate to a predetermined crank angle The crank angle of a before [ from after the termination like an exhaust air line / the early stages of a compression stroke ], and the crank angle from compression stroke initiation to ignition initiation, The firing pressure in at least four crank angles which an exhaust air line becomes from two crank angles in the period to initiation is detected from ignition initiation. these firing-pressure data -- being based -- computing -- making -- the comparison with the detection value of a combustion rate, and said target combustion rate value -- being based -- the direction of said detection value -- smallness -- a time -- a fire stage -- advancing -- the direction of a detection value -- size -- a time -- a fire stage -- delaying -- as -- ignition timing -- controlling .

[0016] B. The actual crank angle which reaches a predetermined combustion rate value The crank angle of a before [ from after the termination like an exhaust air line / the early stages of a compression stroke ], and the crank angle from compression stroke initiation to ignition initiation, The firing pressure in at least four crank angles which an exhaust air line becomes from two crank angles in the period to initiation is detected from ignition initiation. Make it compute based on these firing-pressure data, and it is based on the comparison with the detection value of a crank angle, and a target crank angle value. When becoming the crank angle which was in the direction of said detection value, ignition timing is advanced, and when becoming the crank angle to which the direction of a detection value progressed, ignition timing is controlled to delay ignition timing.

[0017] Thus, the actual combustion rate to a predetermined crank angle is appropriately computed based on firing-pressure data. the comparison with the detection value of a combustion rate, and a target combustion rate value -- being based -- the direction of a detection value -- smallness -- a time -- a fire stage -- advancing -- the direction of a detection value -- size -- a time -- a fire stage -- delaying -- as -- The actual crank angle which controls ignition timing and reaches a predetermined combustion rate value Based on firing-pressure data, it computes appropriately, when becoming the crank angle which was in the direction of a detection value based on the comparison with the detection value of a crank angle, and a target crank angle value, ignition timing is advanced, and when becoming the crank angle to which the direction of a detection value progressed, ignition timing can be controlled to delay ignition timing.

[0018] The control approach of the engine in the diesel power plant of invention according to claim 6 The combustion condition that correspond to at least one side among a load or an engine speed, and desired operational status is acquired is acquired. Among a load or an engine speed, while holding a combustion rate value [ in / the time of this combustion condition / a predetermined crank angle ] in memory as map data of the target combustion rate value at least corresponding to one side Detect the actual combustion rate to said predetermined crank angle, and it is based on the comparison with the detection value of this combustion rate, and said target combustion rate value. the direction of said detection value -- smallness -- the time -- a fuel-injection initiation stage -- advancing -- the direction of a detection value -- size -- the time -- a fuel-injection initiation stage -- delaying -- as -- a fuel-injection initiation stage -- controlling -- things -- the description -- carrying out -- \*\*\*\* .

[0019] Thus, in a diesel power plant, the actual combustion rate to a predetermined crank angle is detected. the comparison with the detection value of this combustion rate, and a target combustion rate value -- being based -- the direction of a detection value -- smallness -- the time -- a fuel-injection initiation stage -- advancing -- the direction of a detection value -- size -- the time -- a fuel-injection initiation stage -- delaying -- as -- A fuel-injection initiation stage can be controlled, the fuel-injection initiation stage when the operational status of the request in the operation region, for example, the engine speed, and a load is acquired can be grasped in a wide range operation region, and feedback control can be carried out so that fuel injection may be carried out with the fuel-injection initiation stage.

[0020] The control approach of the engine in the diesel power plant of invention according to claim 7 The combustion condition that correspond to at least one side among a load or an engine speed, and desired operational status is acquired is acquired. Among a load or an engine speed, while holding in memory the crank angle value which reaches a predetermined combustion rate in this combustion condition as map data of the target crank angle value at least corresponding to one side



Detect the actual crank angle which reaches said predetermined combustion rate value, and it is based on the comparison with the detection value of this crank angle, and said target crank angle value. When becoming the crank angle to which the fuel-injection initiation stage was set forward and the direction of a detection value progressed when becoming the crank angle which was in the direction of said detection value, it is characterized by controlling a fuel-injection initiation stage so that a fuel-injection initiation stage may be delayed.

[0021] Thus, in a diesel power plant, the actual crank angle which reaches a predetermined combustion rate value is detected. So that it sets forward a fuel-injection initiation stage when becoming the crank angle which was in the direction of a detection value based on the comparison with the detection value of this crank angle, and a target crank angle value, and a fuel-injection initiation stage may be delayed, when becoming the crank angle to which the direction of a detection value progressed A fuel-injection initiation stage is controlled and it sets in a wide range operation region. The operation region, For example, high torque or the best torque in the engine speed and a load, Or to a good cold start, acceleration and deceleration, or a fuel consumption pan, the fuel-injection initiation stage when pure exhaust gas is obtained can be grasped, and feedback control can be carried out so that fuel injection may be carried out with the fuel-injection initiation stage.

[0022] The control approach of the engine invention according to claim 8 The combustion condition that desired operational status is acquired among a load or an engine speed at least corresponding to one side is acquired. Each combustion rate value in two or more predetermined crank angles in this combustion condition as map data of two or more target combustion rate values to said two or more predetermined crank angles While holding in memory among a load or an engine speed at least corresponding to one side The actual combustion rate to an early predetermined crank angle is detected among said two or more predetermined crank angles. It is characterized by controlling ignition timing so that a fire stage may be set forward when said detection value is smaller, and a fire stage may be delayed based on the comparison with the detection value of this combustion rate, and the target combustion rate value to said early predetermined crank angle the time of the direction of a detection value becoming size.

[0023] Thus, by carrying out feedback control of the ignition timing, combustion can be controlled further finely and a good engine property is acquired so that the actual combustion rate to an early predetermined crank angle is detected among two or more predetermined crank angles, a fire stage may be set forward based on the comparison with the detection value of this combustion rate, and the target combustion rate value to an early predetermined crank angle when the detection value is smaller, and a fire stage may be delayed the time of the direction of a detection value becoming size.

[0024] The control approach of the engine invention according to claim 9 The combustion condition that desired operational status is acquired among a load or an engine speed at least corresponding to one side is acquired. Each combustion rate value in two or more predetermined crank angles in this combustion condition as map data of two or more target combustion rate values to said two or more predetermined crank angles While holding in memory among a load or an engine speed at least corresponding to one side At least two actual combustion rates to at least two predetermined crank angles are detected among said two or more predetermined crank angles. It asks for the rate of change to the crank angle of these at least two actual combustion rates. The change to the crank angle of two or more of said predetermined target combustion rates comes out comparatively, and it is based on the comparison with a certain target rate. When the rate of change by said detection value is smaller than a target rate, it is detected as the rate of combustion being slow. Increase the fuel amount of supply of en JINHE, or the new mind before the combustion in an engine combustion chamber is mixed. The amount of the recycling exhaust gas which is a part of existing combustion gas formed in a pre-combustion cycle [ whether it decreases and ] It is characterized by controlling to realize any one of whether the amount of flow in a cylinder of the new mind before the combustion in an engine combustion chamber is increased, a compression ratio is increased, or the charge pressure is increased.

[0025] Thus, at least two actual combustion rates to at least two predetermined crank angles are detected among two or more predetermined crank angles. The change to the crank angle of two or more predetermined target combustion rates comes out comparatively, and it is based on the comparison with a certain target rate. When the rate of change by the detection value is smaller than

a target rate, it is detected as the rate of combustion being slow. Increase the fuel amount of supply of en JINHE, or the new mind before the combustion in an engine combustion chamber is mixed. The amount of the recycling exhaust gas which is a part of existing combustion gas formed in a pre-combustion cycle [ whether it decreases and ] By controlling to realize any one of whether the amount of flow in a cylinder of the new mind before the combustion in an engine combustion chamber is increased, a compression ratio is increased, or the charge pressure is increased, combustion can be controlled further finely and a good engine property is acquired.

[0026] The control approach of the engine invention according to claim 10 The combustion condition that desired operational status is acquired among a load or an engine speed at least corresponding to one side is acquired. Each crank angle value used as two or more predetermined combustion rates in this combustion condition as map data of two or more target crank angle values to said two or more predetermined crank angles While holding in memory among a load or an engine speed at least corresponding to one side The actual crank angle which reaches a small predetermined combustion rate among each crank angle which reaches said two or more predetermined combustion rates is detected. It is based on the comparison with the detection value of this crank angle, and the target crank angle value set up corresponding to said small predetermined combustion rate. It is characterized by controlling ignition timing so that it advances ignition timing when the direction of said detection value is behind, and ignition timing may be delayed, when the direction of a detection value is progressing.

[0027] Thus, the actual crank angle which reaches a small predetermined combustion rate among each crank angle which reaches two or more predetermined combustion rates is detected. So that it advances ignition timing based on the comparison with the detection value of this crank angle, and the target crank angle value set up corresponding to the small predetermined combustion rate when the direction of a detection value is behind, and ignition timing may be delayed, when the direction of a detection value is progressing By carrying out feedback control of the ignition timing, combustion can be controlled further finely and a good engine property is acquired.

[0028] The control approach of the engine invention according to claim 11 The combustion condition that desired operational status is acquired among a load or an engine speed at least corresponding to one side is acquired. Each crank angle value used as two or more predetermined combustion rates in this combustion condition as map data of two or more target crank angle values to said two or more predetermined crank angles While holding in memory among a load or an engine speed at least corresponding to one side At least two actual crank angles which reach at least two predetermined combustion rates among said two or more predetermined combustion rates are detected. It asks for the rate of change to the combustion rate of these at least two actual crank angles. The change to the combustion rate of two or more of said predetermined target crank angles comes out comparatively, and it is based on the comparison with a certain target rate. When the rate of change by said detection value is larger than a target rate, it is detected as the rate of combustion being slow. Increase the fuel amount of supply of en JINHE, or the new mind before the combustion in an engine combustion chamber is mixed. The amount of the recycling exhaust gas which is a part of existing combustion gas formed in a pre-combustion cycle [ whether it decreases and ] It is characterized by controlling to realize at least one of whether the amount of flow in a cylinder of the new mind before the combustion in an engine combustion chamber is increased, a compression ratio is increased, or the charge pressure is increased.

[0029] Thus, at least two actual crank angles which reach at least two predetermined combustion rates among two or more predetermined combustion rates are detected. The change to the combustion rate of two or more predetermined target crank angles comes out comparatively, and it is based on the comparison with a certain target rate. When the rate of change by the detection value is larger than a target rate, it is detected as the rate of combustion being slow. Increase the fuel amount of supply of en JINHE, or the new mind before the combustion in an engine combustion chamber is mixed. The amount of the recycling exhaust gas which is a part of existing combustion gas formed in a pre-combustion cycle [ whether it decreases and ] By controlling to realize any one of whether the amount of flow in a cylinder of the new mind before the combustion in an engine combustion chamber is increased, a compression ratio is increased, or the charge pressure is increased, combustion can be controlled further finely and a good engine property is acquired.

[0030] The control approach of the engine invention according to claim 12 is characterized by giving predetermined width of face to said target combustion rate and a target crank angle. Thus, by giving predetermined width of face to a target combustion rate and a target crank angle, prevention of hunting accompanying [ can play can make a field and ] feedback control by which feedback control is not carried out can be enabled, and operability improves.

[0031]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the control approach of the engine this invention and its control unit are explained to a detail based on a drawing.

[0032] Drawing 1 is a block diagram of the jump-spark-ignition type four stroke cycle engine which is two or more cylinders with which this invention is applied. This engine 1 is constituted by a crank case 2, and the cylinder body 3 and the cylinder head 4 of that upper part. In a cylinder body 3, it is equipped with a piston 7 possible [ sliding ] through a connecting rod 8, and the connecting rod 8 is connected with the crankshaft 9. A crankshaft 9 is equipped with the ring wheel 10 which has a predetermined number of teeth, and it has the crank angle sensor 11 which serves as the engine speed sensor for detecting the rotation location of this ring wheel 10, and measuring a crank angle and an engine speed. A combustion chamber 13 is formed between the cylinder head 4 and a piston 7. The combustion room pressure sensor 5 for detecting the firing pressure in this combustion chamber 13 is formed in a cylinder head 4 side. The cooling water jacket 6 is formed in the suitable location of the cylinder head 4 and a cylinder body 3. In a combustion chamber 13, a flueway 15 and the inhalation-of-air path 16 are open for free passage, and an exhaust valve 17 and an inlet valve 18 are formed in the opening, respectively. In the middle of the exhaust pipe 22 connected to the flueway 15, the catalysts 23, such as a three way component catalyst for exhaust gas purification, are established, and the muffler 24 is formed in the edge. The oxygen density sensor (O2 sensor) 25 and the exhaust pipe temperature sensor 120 are formed in an exhaust pipe 22, and it connects with the control unit 12, respectively.

[0033] The cylinder head 4 is equipped with a temperature sensor 26, and the temperature information on a combustion chamber 13 is sent to a control unit 12. Moreover, a sensor 150 is formed in a catalyst 23 whenever [ catalyst temperature / which was connected with the control unit 12 ]. The kill switch 43 of an engine 1 is further connected to a control device 12, and the halt information on engine drive control is acquired.

[0034] On the other hand, an inlet pipe 20 is connected to the inhalation-of-air path 16, and an inlet pipe 20 is connected with each gas column through the inhalation-of-air distribution tube 28. The inhalation-of-air distribution tube 28 is equipped with the pressure-of-induction-pipe force sensor 32, and pressure-of-induction-pipe force information is sent to a control unit 12. The inhalation-of-air distribution tube 28 and an exhaust pipe 22 are connected, and the EGR tubing 152 is formed. The EGR regulator valve 151 connected with the control unit 12 is formed in the EGR tubing 152. An air cleaner 35 is \*\*\*\*(ed) by the inhalation-of-air distribution tube 28 through an inlet pipe 33. The inhalation air temperature sensor 36 is formed in an air cleaner 35, and inhalation air-temperature information is sent to a control unit 12. The inspired-air-volume regulator 30 is formed in the middle of an inlet pipe 33, and the inspired-air-volume regulator 30 is equipped with the throttle valve 29.

[0035] The throttle opening sensor 31 is formed in a throttle valve 29, and this throttle opening sensor 31 is connected with a control unit 12. The throttle-valve detour path 37 is established in the inlet pipe 33 of inspired-air-volume regulator 30 part, and the detour path opening regulator valve 38 is formed in this detour path 37. The detour path opening regulator valve 38 is connected with a control unit 12. In an inlet pipe 33, the heat ray type inhalation air content sensor 34 is formed, and inhalation air content information is sent to a control unit 12.

[0036] An injector 105 is formed in the upstream of the inlet valve 18 of the inhalation-of-air path 16 for every suction port of each gas column. An injector 105 is connected with a control unit 12, and the control signal of the optimal injection quantity calculated according to operational status is sent. A fuel is sent to each injector 105 through fuel pipe 101a connected with each gas column. Fuel pipe 101a branches from the fuel distribution tube 104, it lets a fuel feeding pipe 101 pass from a fuel tank 100 to this fuel distribution tube 104, and a fuel is further sent by the fuel pump 103 through a filter 102. The fuels which were not injected from an injector 105 are collected through the fuel return pipe 107 in a fuel tank 100. A regulator 106 is formed in the fuel return pipe 107, and fuel

injection pressure is kept constant.

[0037] Drawing 2 is the flow chart of the main routine which controls various engine operational status. Each step is explained below.

[0038] Step S11: Initialization is performed and initial value is set to each flag value and each variable value.

[0039] Step S12 : The inhalation air-temperature information from the inhalation air temperature sensor 36, The inhalation air content information from the heat ray type inhalation air content sensor 34, the throttle opening information from the throttle opening sensor 31, Whenever [ from a sensor 150 / catalyst temperature ] Information, [ whenever / pressure-of-induction-pipe force information / from the pressure-of-induction-pipe force sensor 32 / and catalyst temperature ] The crank angle information from the crank angle sensor 11, the temperature information from a temperature sensor 26, The oxygen density information from the exhaust pipe temperature information from the exhaust pipe temperature sensor 120, the combustion chamber pressure signal from the combustion room pressure sensor 5, and the oxygen density sensor 25 and the oil residue information from a non-illustrated oil sensor are incorporated, and the data is memorized to memory A (i). An engine load can be grasped as an accelerator location or throttle opening. If this throttle opening and engine speed are decided, since an inhalation air content is decided the case at the time of steady operation, an inhalation air content can be detected directly and it can be regarded as an engine load. Moreover, if an engine speed is decided, since inlet-pipe negative pressure has the fixed relation to throttle opening, inlet-pipe negative pressure can be detected and it can be regarded as an engine load.

[0040] Step S13: Incorporate switch information, such as ON of the main switch which is not illustrated [ ON of the kill switch 43, OFF and ], OFF and ON of a non-illustrated starting switch, and OFF, and memorize to memory B (i). The kill switch 43 is a switch for emergency shut downs, and the engine for small vessels is equipped with it without preparing for the engine for cars.

[0041] Step S14: Operational status judges based on the sensor information incorporated in said step 12, and the switch information incorporated at said step 13, and input the value corresponding to the variable C in memory corresponding to this operational status \*\*, \*\*, \*\*, \*\*, \*\*, and \*\*.

Operational status \*\* ... Beyond a predetermined value, an engine speed judges with a MBT (Minimum Advance Ignition for Best Torque) control state in the fixed accelerator condition that the rate of change of beyond a predetermined value and throttle opening is not in the inside high-speed rotation below a predetermined value, an inside high-speed load, and a sudden acceleration-and-deceleration condition, or a \*\* accelerator actuation condition, and throttle opening carries out memory of 1 to Variable C.

[0042] Operational status \*\* ... When the rate of change of throttle opening is beyond a predetermined value, it judges with transient operational status and memory of 2 is carried out to Variable C.

[0043] Operational status \*\* ... When below a predetermined value and an engine speed are between predetermined region, for example, 2000rpm, - 5000rpm, they judge with a lean combustion control state, and throttle opening carries out memory of 3 to Variable C.

[0044] Operational status \*\* ... An engine speed judges with OBAREBO more than predetermined threshold value, engine temperature judges with abnormality operational status at the time of engine abnormal conditions, such as overheat beyond a predetermined value, and memory of 4 is carried out to Variable C.

[0045] Operational status \*\* ... When engine temperature is below a predetermined value and a starting switch ON, it judges with a cold start condition and memory of 5 is carried out to Variable C.

[0046] Operational status \*\* ... At the time of a main switch OFF or the kill switch OFF, it judges with an engine shutdown demand condition, and memory of 6 is carried out to Variable C.

[0047] Moreover, it is referred to as  $P=0$ , when checking step S14 in a what time main routine with a flag  $P=1$  and exceeding the predetermined time  $R$  by the same variable  $C$  value.

[0048]

[0049] At the time of  $C=1$ , at the time of  $Rc=1C=2$ , the value of  $R$  will be set to  $Rc=1 < Rc=2 < Rc=3$  by it at the time of  $Rc=2C=3$ , if the value of  $R$  changes the value of  $R$  as  $Rc=3$ .

[0050] It is referred to as  $P=0$  when the  $C$  value in the last main routine differs from this  $C$  value.

[0051] Step S15: Decision of being mode operation activation is performed, when Variables C are 1-3, shift to step S16, and when Variables C are 4-6, shift to step S20.

[0052] Step S16: Based on the value of Flag P, in the case of  $P=0$ , ask for the target combustion rate according to an engine speed and a load, and put the result into Memory D with the map data in memory (thing equivalent to drawing 5). Moreover, a fundamental-points fire stage, a basic fuel-injection initiation stage, and basic fuel oil consumption are also calculated from the respectively same map data as drawing 5 in memory (what illustration-ized the value given as an engine speed and a function of a load), and are paid to memory E' (1), E' (2), and E' (3), respectively. Then, it is made  $P=1$ . In no cases of  $P=1$ , it carries out, but they shift to step S17.

[0053] A combustion rate means the rate of the fuel which burned by whenever [ over the fuel which burns in 1 cycle combustion / a certain crank angle ]. It is the approach of asking for the chamber-pressure data in two or more points predetermined [ in combustion 1 cycle ] in one approach by the primary approximate expression about the count approach of this combustion rate, and another is the approach of calculating the amount of heat release by the thermodynamic formula from the sampled pressure value, and asking for the combustion rate to a predetermined crank angle (for example, top dead center). The count result with both approaches very near true value was obtained.

[0054] In this case, the data of a chamber pressure detect and ask for the chamber pressure in the crank angle of the 1st period of a before [ from after the termination like an exhaust air line / the early stages of a compression stroke ]. In this case, the pressure of a combustion chamber is a crank angle in within the limits in the condition of having fallen most and having approached atmospheric pressure, for example, the crank angle of a before [ from after the termination like an exhaust air line / the early stages of a compression stroke ] is a bottom dead point or its near. That is, in a four stroke cycle engine, the pressure of a combustion chamber declines and atmospheric pressure is approached as are shown in drawing 6, and the combustion gas of a combustion chamber is discharged like the exhaust air line from the bottom dead point after explosion and a top dead center is approached. In the charging stroke after a top dead center, the condition near atmospheric pressure is maintained for the new air conduction close, it passes like an inhalation-of-air line, and a pressure is gradually heightened from the compression stroke after the bottom dead point where an exhaust valve 17 closes and is started. The pressure of the combustion chamber in one point is detected among the range which the pressure of such a combustion chamber declined and approached atmospheric pressure. Although the crank angle  $\alpha_0$  in drawing 6 is taken to BDC, it may be after BDC as long as it is in early stages of a compression stroke. Of course, the crank angle in the inhalation-of-air process in front of BDC is sufficient. On the other hand, with a two-cycle engine, since new mind will be introduced from a crank case if a pressure declines, the pressure of a combustion chamber will decline further according to this if an exhaust port opens, and a scavenging port opens while the piston after explosion falls, as shown in drawing 12, atmospheric pressure is approached. After the exhaust port has opened, a piston goes up from a bottom dead point, a scavenging port closes and continues, and a \*\*\*\* pressure increases [ an exhaust port / \*\*\*\*\* and compression ] gradually. That is, from after the termination like an exhaust air line before the early stages of a compression stroke, after a scavenging port opens after the exhaust port opened and the exhaust port has opened after exhaust air initiation, and inhalation of air is started, between until an exhaust port closes and compression is started is said. In drawing 12, the crank angle  $\alpha_0$  is taken to BDC.

[0055] Jump spark ignition is performed in front of an after [ compression ] top dead center, or to the back. (Jump spark ignition is started in the crank angle expressed with an arrow head and S among drawing 6 and drawing 12, respectively.) Jump spark ignition is started, it is slightly behind, and lights and combustion is started. The ignition initiation said by each claim is the moment that this ignition combustion is started. That is, in the crank angle ( drawing 12  $R > 2$  drawing 6, crank angle  $\alpha_1$ ) of the 2nd period which is a period from compression stroke initiation to ignition combustion initiation, the pressure of the \*\*\*\* interior of a room is detected. Then, two crank angles in the 3rd period ignition initiation (ignition combustion initiation) to whose explosion combustion line is a period until it is started like an exhaust air line inside (it sets to drawing 6 and drawing 12) The pressure of a combustion chamber is detected in crank angle  $\alpha_2\alpha_3$ , the crank angles  $\alpha_2$  and  $\alpha_4$ , the crank angles  $\alpha_3$  and  $\alpha_4$  or the crank angle 2,  $\alpha_5$ , crank angle  $\alpha_3\alpha_5$ , or the crank angles  $\alpha_4$  and  $\alpha_5$ . As

for one crank angle, it is desirable between two crank angles in this period that it is a front [ crank angle / used as the highest firing pressure ]. Moreover, when the pressure of a combustion chamber detects in four or more crank angles, for example, the crank angle of five or more points, said by each claim, the number of the pressure survey crank angle points of the 1st or 2nd period may be made to increase. Moreover, in three or more crank angles, pressure detection may be carried out like [ it is desirable and ] the example of drawing 6 and drawing 12 [ within the 3rd period ]. By the diesel power plant, the fuel injection before an after [ compression ] top dead center or to an after [ a top dead center ] combustion chamber is started, it is behind for a while, and combustion starts by spontaneous ignition. That is, by the diesel power plant, the ignition initiation indicated to each claim means the moment that this spontaneous ignition is started. In addition, as reach, spontaneous ignition searches for the ignition delay to initiation beforehand as an engine speed or data based on a load from fuel-injection initiation, this is woven in, it reaches and the pressure crank angle point within the pressure survey crank angle within the 2nd period and the 3rd period is memorized in memory as an engine speed or data based on a load, the pressure survey of a combustion chamber is performed.

[0056] the sum total of such 1st one period, the 2nd one period, and the 3rd two periods -- even if few, the chamber pressure of whenever [ crank angle / of four points ] is detected, and a combustion rate is calculated for this from a primary approximate expression. This approximate expression is combustion rate  $qx = a + b_1 \cdot (P_1 - P_0) + b_2 \cdot (P_2 - P_0) + \dots$  It is expressed with  $+b_n \cdot (P_n - P_0)$ .

[0057] As shown in an upper type, to the pressure data  $P_1 - P_n$ ,  $qx(es)$  are what applied the constant of  $b_1 - b_n$ , and the thing which applied the constant a set up beforehand, and are expressed to what lengthened reference pressure  $P_0$  respectively.

[0058] It is what applied the constant to which  $C_1 - C_n$  were set beforehand, and the thing which applied the constant set up beforehand, and is expressed to that to which  $P_{mi}$  lengthened reference pressure  $P_0$  respectively to the pressure data  $P_1 - P_n$  similarly.

[0059]  $P_0$  is the chamber pressure of the point (as mentioned above for example, whenever [ near the BDC / crank angle ]) of atmospheric-pressure level, and in order to amend the offset voltage by the drift of a sensor etc., it is subtracted from each pressure value of  $P_1 - P_n$  here. Moreover, a firing pressure [ in / in  $P_1$  / the crank angle  $a_1$  of the 1st period ] and  $P_2$  are the chamber pressures in the crank angle  $a_2$  of the 2nd period.  $P_3 - P_n(s)$  are the crank angles  $a_3 - a_n$  (this example  $n = 5$ ) of the 3rd period.

[0060] The almost same value as an actual value is correctly computed for the combustion rate to the predetermined crank angle after ignition by the operation by such easy primary approximate expression for a short time. Therefore, while being able to take out the energy by combustion efficiently by controlling engine ignition timing and an engine air-fuel ratio using such a combustion rate, when responsibility is raised and it performs lean combustion control and EGR control, operational status can be followed exactly and output fluctuation can be suppressed. Moreover, generating of  $NO_x$  by combustion advancing rapidly can be prevented. In the 2nd  $qx$  calculation approach, the heating value generated between two pressure survey points (whenever [ crank angle ]) the differential pressure in both the pressure survey point --  $**P$  and a volume-of-combustion-chamber difference -- if the ratio of specific heat and  $R$  make it as an average gas constant and  $P_0$  makes heat equivalent and  $K$  the pressure value in BDC,  $P$ , and  $V$  and  $A$  the pressure value and volume-of-combustion-chamber value by the side of before [ of  $**V$  and the two point of measurement ] Amount  $Qx = A \cdot \text{heat release} / (K - 1) \cdot (K + 1) / (2 \cdot **P \cdot **V + K \cdot (P - P_0) \cdot **V + V \cdot **P)$  It can ask by carrying out.

[0061] Moreover, the combustion rate to a predetermined pressure survey point selects a crank angle when combustion is completed mostly as a pressure survey point. It is what totaled what calculated the above-mentioned amount  $Qx$  of heat release for between [ every ] each pressure survey point that selected similarly the crank angle near at the time of ignition as a pressure survey point, and the meantime was measured. What totaled what calculated Above  $Qx$  about the between to a predetermined pressure survey point (predetermined crank angle) from the first pressure survey point is broken.

[0062] That is, it is heating-value  $\times 100(\%) = (Q_1 + Q_2 + \dots + Q_x) / (Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n) \times 100$  of the heating value/all that burned by whenever [ crank angle / of combustion rate  $qx =$  arbitration ].

[0063] By the above count approaches, the chamber pressure in two or more predetermined crank angles can be measured, and the combustion rate to a predetermined crank angle can be correctly computed based on the data. The stable output and engine rotation are obtained by controlling an engine using this combustion rate.

[0064] Step S17: Inhalation air-temperature information and inlet-pipe negative pressure information perform the amendment operation of the injection quantity for fuel injection. That is, since air density will become low if inhalation air temperature is high, a substantial air flow rate becomes less. For this reason, the air-fuel ratio in a combustion chamber becomes low. For this reason, the amount of amendments for reducing fuel oil consumption is computed.

[0065] Step S18: The basic fuel-injection initiation according to an engine load and an engine speed, basic fuel oil consumption, and a fundamental-points fire stage are called for at step S16, and are put in by E' (i). According to those information by which memory was carried out to the amount of amendments calculated at step S17 based on this, and memory A (i), the amount of fuel-injection amendments and the amount of ignition timing amendments are calculated, and, in addition to a reference value, a controlled variable is calculated respectively. This controlled variable sets an ignition initiation stage to memory E (1), an ignition period is set to memory E (2), and an injection initiation stage and an injection termination stage are put into E (3) and E (4) for an injection initiation stage and an injection termination stage at F (3), F (4), and the time of  $P=0$  at the time of  $P=1$ .

[0066] This is inputted into memory E (i). Similarly according to the information by which memory was carried out to memory A (i), the controlled variable of a servo motor group and a solenoid-valve group is computed, and it puts into memory G (i).

[0067] Step S19: Carry out drive control of the actuators, such as a servo motor group and a solenoid-valve group, according to the controlled variable of memory G (i).

[0068] Step S20: An engine shutdown demand is judged and, in the case of a deactivate request, it shifts at step S21, and in not being a deactivate request, it shifts to step S22.

[0069] Step S21: Set the halt data which set memory E(i)  $i=1-4$  to 0.

[0070] Step S22: An engine start is judged and, in an engine start, it shifts at step S23, and in not being an engine start, it shifts to step S25.

[0071] Step S23: Set to memory F (i) the data for starting currently beforehand put into memory.

[0072] Step S24: Drive a starting motor.

[0073] Step S25: Set the data corresponding to the contents of abnormalities to memory F (i).

[0074] Next, interruption routine [ of drawing 3 ] \*\* is explained. This interruption routine \*\* will be performed by the main routine by interruption, if the crank signal of a predetermined include angle is inputted.

[0075] Step S111: A timer is set so that interruption routine \*\* may be performed for every predetermined crank angle, namely, so that the interrupt of whenever [ following crank angle ] may occur.

[0076] Step S112: Incorporate the pressure data which are whenever [ crank angle / which the interrupt generated ], and put into memory.

[0077] Step S113: If the pressure data of all crank angles are incorporated by memory, it will shift to step S114.

[0078] Step S114: In order to carry out control according to operational status, discernment data are judged, when Variable C is 1, control the MBT control routine of step S115, when Variable C is 2, control the transient response routine of step S116, and when Variable C is 3, control the lean combustion control routine of step S117.

[0079] Next, interruption routine [ of drawing 4 ] \*\* is explained. This interruption routine \*\* will be performed by the main routine by interruption, if a criteria crank signal is inputted.

[0080] Step S121: Since this interruption routine \*\* is performed once in engine rotation and a predetermined crank angle, it measures a period.

[0081] Step S122: Calculate an engine speed.

[0082] Step S123: Set an ignition initiation stage, an ignition termination stage, an injection initiation stage, and an injection termination stage to a timer based on the control data of memory F(i)  $i=1-4$ . A timer starts an ignition and a fuel injection equipment to the set timing.



[0083] Next, the target combustion rate of having explained by drawing 2 and drawing 3 is explained to a detail about calculation.

[0084] Drawing 5 is drawing of the map for asking for the target combustion rate according to an engine speed and a load. The predetermined crank angle TDC, for example, a top dead center, and top dead center TDC-10 degree, the combustion rate to ... asks by the service condition, and the configuration of the three dimensions as which a target combustion rate is determined by a load (Lx) and the engine speed (Rx) is shown. The target combustion rate in a predetermined service condition (Lx, Rx) is called for as FMB0 (Lx, Rx).

[0085] Drawing 6 is the graph of the chamber pressure of 1 cycle combustion of a four stroke cycle engine. As for an axis of ordinate, an axis of abscissa shows a firing pressure whenever [ crank angle ]. The firing pressures P0-P5 in six points of a0-a5 which whenever [ crank angle ] illustrated are detected, and a combustion rate is computed based on these pressure values. a0 is a bottom dead point location (BDC) which moves from inhalation to compression, and is in the condition almost near atmospheric pressure. a1 is after compression initiation and a2 is the crank angle before arriving at a top dead center (TDC) after jump spark ignition in S before jump spark ignition. Four points of a3-a5 are the crank angles which can be set like the explosion line after a top dead center. A combustion rate is computed based on the pressure data of these each point. In addition, in the case of the diesel power plant by which jump spark ignition is not carried out, a fuel is injected [ near the top dead center ] like FI. It is behind time to be equivalent to the crank angle after [ d ] injection initiation, and spontaneous ignition is carried out. The crank angle of spontaneous ignition is set to S. In this diesel power plant, control of fuel injection timing is carried out based on the difference between a target combustion rate or a target crank angle instead of control of the ignition timing in an ignition spark system engine, respectively in an observation combustion rate or an observation crank angle. The tooth lead angle and lag control of the injection initiation stage are carried out, and an injection termination stage is controlled so that the predetermined injection quantity is secured.

[0086] Next, the combustion rate explained by drawing 2 and drawing 3 is explained to a detail about the control of a combustion rate based on calculation.

[0087] Drawing 7 is drawing showing the feedback control of a combustion rate based on calculation for a combustion rate. Under a predetermined service condition (Lx, Rx), when it lights by ignition timing IgT, the combustion rate FMB is surveyed. That is, a predetermined crank angle, for example, the combustion rate to -5 times (before a top dead center 5 times), is computed using combustion room pressure data, and it asks for the observation combustion rate FMB (Lx, Rx).

[0088] And ignition timing IgT is amended so that the difference of the target combustion rate FMB0 (Lx, Rx) and the observation combustion rate FMB (Lx, Rx) may approach 0. Temporarily, if the target combustion rate FMB0 (Lx, Rx) is smaller than the observation combustion rate FMB (Lx, Rx), from ignition timing IgT, it will delta-IgT-advance and will light. moreover -- if the target combustion rate FMB0 (Lx, Rx) is larger than the observation combustion rate FMB (Lx, Rx) -- ignition timing IgT -- deltaIgT -- it is made late and lights.

[0089] Next, the MBT control in interruption routine \*\* of drawing 3 is explained. Drawing 8 is a MBT control routine.

[0090] The target combustion rate of step S115 a:MBT control is memorized as a three-dimension map which makes an engine load and an engine speed a variable, and is computed at step S16 in a main routine from the target combustion rate map.

[0091] In the below-mentioned two-cycle engine ( drawing 11 and drawing 1212 ), the flueway valve is also memorized by memory as a three-dimension map by making two, an engine load and an engine speed, into a variable, and is computed from a map based on engine load information and engine-speed information. Moreover, whenever [ exhaust air timing (compression ratio) adjustable valve-opening ] is memorized by memory as a two-dimensional map by making an engine speed into a variable, and is computed from a map based on engine-speed information.

[0092] Step S115a: The firing pressures P0-P5 in six points of a0-a5 which whenever [ crank angle / which is shown in drawing 6 ] illustrated are stored in memory, and compute an observation combustion rate based on these pressure values.

Step S115b: Control a combustion rate for this observation combustion rate based on calculation. It compares as the target combustion rate value of Memory D, and the observation combustion rate



value calculated by step S115a.

Step S115c: From the comparison result in step S115b, amend the ignition initiation stage of memory E (1) corresponding to drawing 7, and input into memory F (1). Moreover, it asks for an ignition termination stage based on the ignition period of memory E (2), and inputs into memory F (2).

[0093] And the following control is performed instead of the MBT control routine in drawing 8.

That is, the crank angle which serves as a predetermined combustion rate instead of count of a combustion rate is calculated, and the observation crank angle value calculated from a pressure is compared with a target crank angle. Next, ignition timing control is performed based on a comparison result. A fire stage is brought forward the time of the observation crank angle being behind the target crank angle. Moreover, it is later \*\* about a fire stage the time of the count crank angle progressing from the target crank angle.

[0094] A target crank angle is searched for with the map data of drawing 9. That is, in drawing 9, when target crank angle CRAs0 (Rx, Lx) which are setting to target crank angle CRA which should reach a predetermined combustion rate, and should reach an axis of abscissa at a load (L) and an axis of ordinate to a predetermined combustion rate, for example, 60%, 70%, 80 etc.%, etc. are actual engine-speed rpm (Rx) and an actual engine load (Lx), it asks from a map.

[0095] That is, drawing 10 is drawing showing the feedback control of a combustion rate. Under a predetermined service condition (Lx, Rx), target crank angle CRA0 (Lx, Rx) which should reach the predetermined combustion rate FMB, for example, 75% of combustion rate, is computed, and observation crank angle CRA (IgT) is calculated from pressure data.

[0096] And ignition timing IgT is amended so that the difference of target crank angle CRA0 (Lx, Rx) and observation crank angle CRA (IgT) may approach 0. if observation crank angle CRA (IgT) is progressing from target crank angle CRA0 (Lx, Rx) -- ignition timing IgT -- deltaIgT -- it is made late and lights. Moreover, temporarily, from the ignition timing IgT which is behind target crank angle CRA0 (Lx, Rx) in observation crank angle CRA (IgT), it delta-IgT-advances and lights.

[0097] Drawing 11 is the block diagram of the two-cycle engine with which this invention is applied. Like the four stroke cycle engine of drawing 1, a connecting rod 246 is connected with a crankshaft 241, and a combustion chamber 248 is formed between the piston at the tip, and the cylinder head. The engine speed sensor 267 and the crank angle detection sensor 268 for detecting the mark of the ring wheel with which the crankshaft 241 was equipped, and detecting whenever [ reference signal and crank angle ] are formed in the crank case 300. Moreover, the crank room pressure sensor 210 is formed in the crank case 300. Air is sent to a crank case 301 through a reed valve 228 from an inlet manifold. Air is sent to an inlet manifold from an air cleaner 231 through a throttle valve 204. The inhalation-of-air path of the throttle-valve downstream which is open for free passage to an inlet manifold is equipped with the inhalation-of-air \*\*\*\* sensor 211. A throttle valve 204 is operated by the grip 206 connected with the wire 205 through the throttle pulley 203. The edge of a steering handle 207 is equipped with a grip 206, and the accelerator location sensor 202 is prepared for the root Motobe. 212 is a throttle opening sensor.

[0098] A scavenging port 229 carries out opening to a cylinder, and a combustion chamber 248 and a crank case 301 are made to open for free passage through a scavenge air passage 252 in the predetermined location of a piston. Moreover, the exhaust air port 254 carries out opening to a cylinder, and a flueway 253 is open for free passage. The flueway wall near the exhaust air port is equipped with the exhaust air timing adjustable valve 264. This adjustable valve 264 is driven with the actuator 265 which consists of a servo motor etc., the opening location of an exhaust air port is changed, and the timing of exhaust air is adjusted. The \*\*\*\*\* sensor 213 and the exhaust pipe temperature sensor 223 are formed in the exhaust pipe which constitutes this flueway 253. Moreover, in a flueway, it drives with the actuator 282 with which the flueway valve 281 consists of \*\*\*\*, a servo motor, etc. The flueway valve 281 prevents the rat tail blow by by the low-speed area, and plans rotational stability.

[0099] A knock sensor 201 is attached in the cylinder head, and a combustion chamber is attended, and it is equipped with an ignition plug and the chamber-pressure sensor 200. An ignition plug is connected with ignition control equipment 256. Moreover, a cylinder side attachment wall is equipped with an injector 208. A fuel is sent to an injector 208 through the fuel delivery tubing 209.

[0100] Moreover, the combustion gas room 279 which is open for free passage into a part from exhaust air boat opening of a cylinder bore with the free passage hole 278 in the middle of the part of cylinder head approach and an exhaust air port is formed in the cylinder block. This free passage hole is set up so that the combustion gas which sets, blows like an explosion line and hardly contains gas may be introduced into the above-mentioned combustion gas room. O<sub>2</sub> sensor 277 which detects the oxygen density in combustion gas is attached in this combustion gas interior of a room. In addition, a non-illustrated check valve is arranged at the induction of combustion gas room HE, and the discharge section of exhaust air POTOHE, and a reverse direction flow is prevented, respectively.

[0101] Drive control of such an engine is carried out by the control unit 257 which has CPU271. The above-mentioned chamber-pressure sensor 200, a knock sensor 201, the accelerator location sensor 202, the crank room pressure sensor 210, the pressure-of-induction-pipe sensor 211, the throttle opening sensor 212, the \*\*\*\*\* sensor 213, the crank angle detection sensor 258, an engine speed sensor 267, and O<sub>2</sub> sensor 277 are connected to the input side of this control unit 257. Moreover, an injector 208, the actuator 265 for exhaust air timing regulator valves, and the actuator 282 for exhaust valves are connected to the output side of a control device 257.

[0102] Drawing 12 is the same graph of a chamber pressure as the above-mentioned four stroke cycle engine and drawing 6 to show the point for combustion rate measurement of said two-cycle engine detecting [ combustion pressure data ]. As mentioned above, chamber-pressure data are sampled whenever [ crank angle / of six points ]. Within the limits of an in [ drawing ] A is a crank angle field as for which the exhaust air port is carrying out opening, and within the limits of B is a crank angle field as for which the scavenging port is carrying out opening. How to take whenever [ each crank angle ] (a0-a5) and the count approach are the same on the above-mentioned four stroke cycle engine and parenchyma, are step S113 of interruption routine \*\* of drawing 3, detect the firing pressures P0-P5 in six points of a0-a5 which whenever [ crank angle ] illustrated, and compute a combustion rate based on these pressure values. Each example of this invention can adopt what supplies combustion with a carburetor.

[0103] Next, by carrying out feedback control of the ignition timing explains gestalt [ of the operation which controls combustion finely further and acquires a good engine property ] (1) - (7).

[0104] The gestalt of operation (1)

Drawing 13 is the MBT control routine of the gestalt of other operations. Although it consists of gestalten of this operation like control of drawing 8, the combustion condition that high power or the best torque, good startability, good acceleration nature, good fuel consumption, or still purer exhaust gas is obtained among a load or an engine speed at least corresponding to one side is acquired, and each combustion rate value in two or more predetermined crank angles is acquired in this combustion condition (step S215a). And while holding each of this combustion rate value in memory among a load or an engine speed at least corresponding to one side as map data of two or more target combustion rate values to two or more predetermined crank angles, the actual combustion rate to an early predetermined crank angle is detected among two or more predetermined crank angles, and the comparison with the detection value of this combustion rate and the target combustion rate value to an early predetermined crank angle is performed (step S215b). Based on this comparison, when the detection value is smaller, a fire stage is set forward, and ignition timing is controlled to delay a fire stage the time of the direction of a detection value becoming size (step S215c).

[0105] That is, as combustion rate data according to operational status, as shown in drawing 14 thru/or drawing 16, the target combustion rate data in two or more crank angles are given. For example, the target combustion rate FMB01 of the predetermined crank angle (TDC..CRA1) in early stages of combustion and the target combustion rate FMB02 of the predetermined crank angle (CRA2) of a combustion anaphase are given. Ignition timing is delayed in a spark-ignition engine, and an injection initiation stage is delayed by the diesel power plant noting that an ignition stage is early, if the observation combustion rate FMB1 of predetermined crank angle CRA1 is larger than the target combustion rate FMB01.

[0106] Conversely, if the observation combustion rate FMB1 is smaller than the target combustion rate FMB01, ignition timing will be brought forward or an injection initiation stage will be set forward.

[0107] The gestalt of operation (2)

Drawing 17 is the MBT control routine of the gestalt of other operations. With the gestalt of this operation, the combustion condition that high power or the best torque, good startability, good acceleration nature, good fuel consumption, or still purer exhaust gas is obtained among a load or an engine speed at least corresponding to one side is acquired, and each crank angle value used as two or more predetermined combustion rates is acquired in this combustion condition (step S315a). Each of this crank angle value as map data of two or more target crank angle values to two or more predetermined crank angles While holding in memory among a load or an engine speed at least corresponding to one side The actual crank angle which reaches a small predetermined combustion rate among each crank angle which reaches two or more predetermined combustion rates is detected, and the comparison with the detection value of this crank angle and the target crank angle value set up corresponding to the small predetermined combustion rate is performed (step S315b). Based on this comparison, when the direction of a detection value is behind, ignition timing is advanced, and when the direction of a detection value is progressing, ignition timing is controlled to delay ignition timing (step S315c).

[0108] That is, as target crank angle data used as the predetermined combustion rate according to operational status, as shown in drawing 18 thru/or drawing 20, the target crank angle data in two or more predetermined combustion rates are given. For example, target crank angle CRA01 used as the predetermined combustion rate FMB1 in early stages of combustion (for example, 20%) and target crank angle CRA02 used as the predetermined combustion rate FMB2 in early stages of combustion (for example, 75%) are given. Ignition timing is delayed in a spark-ignition engine, and an injection initiation stage is delayed by the diesel power plant noting that an ignition stage is early, if observation crank angle CRA1 of the predetermined combustion rate FMB1 is earlier than target crank angle CRA01. Conversely, if the observation combustion rate CRA1 is later than target crank angle CRA01, ignition timing will be advanced or an injection initiation stage will be set forward.

[0109] Furthermore, in what gives the target combustion rate FMB01 of the predetermined crank angle (TDC..CRA1) in early stages of combustion, and the target combustion rate FMB02 of the predetermined crank angle (CRA2) of a combustion anaphase, it asks for the rate of combustion by the comparison with the observation combustion rate FMB1 in predetermined crank angle CRA1, and the observation combustion rate FMB2 in predetermined crank angle CRA2, corresponding to operational status, and is  $(FMB2-FMB1)/(CRA2-CRA1)$ .

the case where the rate of combustion judges with it being later than a target thing by the comparison with target rate-of-combustion  $(FMB02-FMB01)/(CR2-CRA1)$  called for from a target combustion rate -- reduction of increase in quantity of \*\* fuel amount of supply, and the amount of \*\*EGR(s), strengthening of a flow in \*\* cylinder, the increment in \*\* compression ratio, or the rise of \*\* charge pressure -- or it combines and carries out.

[0110] In increase in quantity of the fuel amount of supply, for example, a fuel-injection type engine, it carries out by increasing the drawing area of a main jet in the engine carrying a carburetor with an adjustable main jet according to increase of injection time.

[0111] Reduction of EGR prepares the bypass way which connects a flueway and an inhalation-of-air path, arranges a closing motion valve (EGR control valve) on the way, makes opening small, and the amount of EGR(s) is made to decrease. Moreover, in a four stroke cycle engine, the device (there being what makes adjustable the phase to the cam shaft of a drive cam, a thing which arranges the spacer of die-length-adjustable control between a cam and a tappet) which makes timing of the clausilium of an exhaust valve adjustable is arranged, the timing of the clausilium of an exhaust valve is brought forward, and the back flow from the flueway of existing combustion gas is decreased.

[0112] Increase of a flow in a cylinder has some which make the crank case volume adjustable and make a primary compression ratio adjustable with a two-cycle engine. If the crank case volume is decreased and a primary compression ratio is increased, whenever [ scavenging-air rate-of-flow ] will increase, and a flow in a cylinder will be strengthened. Moreover, by preparing an exhaust air control valve in a flueway, and controlling an exhaust back pressure, if there are some which affect the rate of a scavenging-air style and opening of an exhaust air control valve is enlarged, whenever [ scavenging-air rate-of-flow ] will become large, and a flow in a cylinder will be strengthened.

[0113] When increase of a flow in a cylinder prepares a throttle valve in the inhalation-of-air path of the upstream near the inlet valve in a four stroke cycle engine and makes throttle valve opening small, the inhalation-of-air rate of flow is increased, and a flow in a cylinder is strengthened.

Moreover, by controlling the overlap period which will be in an exhaust-valve-opens condition and an inhalation-of-air valve-opening condition, and lengthening an overlap period from a criterion, the negative pressure generated near the exhaust valve according to exhaust air inertia is made to act on an inhalation-of-air path through an inlet valve, the inhalation-of-air rate of flow is increased, and a flow in a cylinder is strengthened.

[0114] The increment in a compression ratio constitutes some cylinder head walls which form a combustion chamber from a movable piston, and is carried out by moving this movable piston to a combustion chamber. Moreover, \*\*\*\*\* is prepared in a cylinder wall and a closing motion control valve is prepared in the down-stream path of this \*\*\*\*\* , and opening is extracted and it carries out. In addition, if the opening of this valve is opened, a compression ratio will lower.

[0115] The increment in charge pressure is carried out by raising the rotational frequency of the supercharger formed in the inhalation-of-air path inlet-port section etc.

[0116] the case where the rate of combustion judges with it being earlier than a target thing on the other hand -- reduction of \*\* fuel amount of supply, the increment in the amount of \*\*EGR(s), reduction of a flow in \*\* cylinder, reduction of \*\* compression ratio, or reduction of \*\* charge pressure -- or it combines and carries out.

[0117] The gestalt of operation (3)

In addition, it sets further to what gives the target combustion rate FMB01 of the predetermined crank angle in early stages of combustion (TDC..CRA1), and the target combustion rate FMB02 of the predetermined crank angle (CRA2) of a combustion anaphase, corresponding to operational status. Comparison result of the observation combustion rate FMB1 in predetermined crank angle CRA1, and the target combustion rate FMB01 .. NO.1, Comparison result of the observation combustion rate FMB2 in predetermined crank angle CRA2, and the target combustion rate FMB02 .. According to the combustion pattern of 9 of 1-9 shown in drawing 14 thru/or drawing 16 based on NO.2, as shown in Table 1, it controls.

[0118]

[Table 1]

パターン	比較結果		制御	
	クランク角 CRA1	クランク角 CRA2	着火時期	燃焼速度
1	La	La	—	— or 0
2	La	Eq	—	+
3	La	Sm	—	++
4	Eq	La	0	—
5	Eq	Eq	0	0
6	Eq	Sm	0	+
7	Sm	La	+	--
8	Sm	Eq	+	—
9	Sm	Sm	+	+ or 0

[0119] Sm:combustion rate that a large Eg:combustion rate is more nearly equal to desired value than desired value from desired value La : Increase in quantity of the smallness +:fuel amount of supply, [ a combustion rate ] Reduction of the amount of EGR(s), strengthening of a flow in a cylinder, the increment in a compression ratio, rise 0:present-condition maintenance - of charge

pressure: Reduction of the fuel amount of supply, the increment in the amount of EGR(s), reduction of a flow in a cylinder, reduction of a compression ratio, and reduction of charge pressure, i.e., an engine, have a thing called a desirable combustion rate curve in operational status. The combustion rate curve which has a crank angle and relation can be expressed in respect of the plurality which has two magnitude, a crank angle and a combustion rate, with digital value. In the gestalt of this operation, the point of at least 2 periods is memorized by an engine load or an engine pan in relation to an engine speed. In order to cover the load and engine speed of all engines, there must be much number of sets including the point of at least 2 periods.

[0120] In order to compare an engine with the ideal curve of the combustion rate beforehand called for during one an engine load, an engine speed, and starting corresponding to the operational status of the transient middle class, a control unit Calculate based on the pressure value which had the actual combustion rate in the same crank angle as the crank angle memorized and the data of a target combustion rate sampled, or Based on the pressure value which had the crank angle sampled, it calculates by the same combustion combustion as the combustion rate memorized and the data of a target crank angle.

[0121] Supposing the actual combustion rate which burned by the crank angle most preceded in two or more crank angles given beforehand is smaller than the target combustion rate memorized corresponding to the same crank angle, in the lit engine, ignition timing will be brought forward and the fuel-injection initiation stage of an injector will be brought forward in a diesel power plant. This is because a combustion rate is influenced rather than the rate of combustion at a combustion initiation stage in an early crank angle. Each timing will be delayed supposing the actual combustion rate in the same crank angle is larger than desired value.

[0122] Moreover, if an actual crank angle is overdue to the target crank angle corresponding to the minimum combustion rate when each target crank angle which reaches two or more combustion rates beforehand is memorized, ignition timing will be brought forward and the fuel-injection initiation stage of an injector will be brought forward in a diesel power plant. Each timing will be delayed supposing the actual combustion rate in the same crank angle is larger than desired value.

[0123] The rate of change of the combustion rate to the crank angle which **\*\***(ed) change of the combustion rate corresponding to two crank angles with the difference of two cranks is computed. If smaller than the target rate of change asked for the rate of change in actual combustion from target data, it will be judged that the actual rate of combustion is smaller than an ideal burning rate.

[0124] in order to have sped up the rate of combustion in this table 1, it indicated concretely in the gestalt (2) of said operation -- as -- reduction of increase in quantity of **\*\*** fuel amount of supply, and the amount of **\*\***EGR(s), strengthening of a flow in **\*\*** cylinder, the increment in **\*\*** compression ratio, or the rise of **\*\*** charge pressure -- or it combines and carries out.

[0125] moreover, in order to have delayed the rate of combustion in this table 1, it indicated concretely in the gestalt (2) of said operation -- as -- reduction of **\*\*** fuel amount of supply, the increment in the amount of **\*\***EGR(s), reduction of a flow in **\*\*** cylinder, reduction of **\*\*** compression ratio, or reduction of **\*\*** charge pressure -- or it combines and carries out.

[0126] That is, as shown in Table 1, supposing a computer has one set of further 2 periods, a computer will compare the combustion rate at the time of the crank angle which was overdue with that at the time of a comparison or the advanced crank angle in 2 times of actual combustion rates, in order to control combustion initiation timing (ignition timing of a gasoline engine, or injection initiation timing of a diesel power plant), or the rate of combustion.

[0127] The result of this control and actual combustion is close to the combustion which is an ideal or a target. In combustion of the ideal, an engine can perform moderation that high performance, the stable idling, and engine initiation are easy and rapid accelerated and stabilized and stable combustion in which an emergency does not have knocking, either under each engine operation condition.

[0128] The combustion pattern of Table 1 is shown in drawing 14 - Fig. 1616 . The combustion pattern of 1-3 is started to early timing. The combustion pattern of 1 is the high rate of combustion, and the combustion pattern of 3 is the lowest rate of combustion of the three combustion patterns of these.

[0129] That of the combustion pattern of 5 is an ideal. Although the combustion pattern of 4 is

suitable combustion initiation timing, the rate of combustion is higher than a target. Although the combustion pattern of 6 is also suitable combustion initiation timing, the rate of combustion is slower than a target. The combustion pattern of 7-9 is started to late timing. The combustion pattern of 7 and 8 has the rate of combustion higher than a target.

[0130] The combustion pattern of 9 can be correctly known at the following step. First, the actual combustion rate in crank angle CRA181 in the direction of the first is controlled in agreement by the target. After controlling combustion initiation timing, a combustion pattern becomes any of the combustion pattern of 4-6 to be. Therefore, a computer can know the rate of combustion, in order to control above equipment.

[0131] About the combustion pattern of 7, since it is clearly high, it succeeds the rate of combustion in rate-of-combustion control first. Therefore, an actual combustion rate is changed so that a value may be brought close to within the limits of a target, or the low limiting point of a target out of range. The control to combustion initiation timing promotion is made after control of the rate of combustion.

[0132] About the combustion pattern of 3, the control which a computer starts the increment control in combustion speed first again, and delays combustion initiation timing after that is made.

[0133] It is more effective to control combustion initiation timing changing the crank angle which has relation in a combustion rate rather than controlling other equipments. Therefore, in all combustion patterns, a computer controls ignition timing by control of the injection initiation stage in the ignition timing of a gasoline engine, and a diesel power plant to the beginning, and controls equipment besides after that to it first. Since these control is made by turns, an actual combustion rate curve approaches a target curve immediately.

[0134] The computer which a target is given as range and has the range must have data more nearly excessive [ at least one ] than the case where it has a point target as described above, but since it has the play of this no response, in order that a computer may change continuously neither combustion initiation timing nor a rate-of-combustion control device, it is prevented that it will be in the unstable operational status which makes a driver unpleasant.

[0135] The gestalt of operation (4)

In addition, it sets to what gives further target crank angle CRA01 which serves as a predetermined combustion rate in early stages of combustion (FMB1), corresponding to operational status, and target crank angle CRA02 used as the predetermined combustion rate (FMB2) of a combustion anaphase. Comparison result of observation crank angle CRA1 and target crank angle CRA01 used as a predetermined combustion rate (FMB1) .. NO.3, Comparison result of observation crank angle CRA2 and target crank angle CRA02 used as a predetermined combustion rate (FMB2) .. According to the combustion pattern of 9 of 11-19 shown in drawing 18 thru/or drawing 20 based on NO.4, as shown in Table 2, it controls.

[0136]

[Table 2]

パターン	比較結果		制御	
	燃焼割合 FMB1	燃焼割合 FMB2	着火時期	燃焼速度
11	Ad	Ad	—	— or 0
12	Ad	Eq	—	+
13	Ad	De	—	++
14	Eq	Ad	0	—
15	Eq	Eq	0	0
16	Eq	De	0	+
17	De	Ad	+	--
18	De	Eq	+	—
19	De	De	+	+ or 0

[0137] Increase in quantity Ad: -- a crank angle -- desired value -- large Eg: -- the smallness +:fuel amount of supply from desired value [ De:crank angle with a crank angle equal to desired value ] Reduction of the amount of EGR(s), strengthening of a flow in a cylinder, the increment in a compression ratio, rise 0:present condition maintenance - of charge pressure : Reduction of the fuel amount of supply, In order to speed up the rate of combustion in Table 1 of the increment in the amount of EGR(s), reduction of a flow in a cylinder, reduction of a compression ratio, and \*\*\*\*\* of charge pressure it indicated concretely in the gestalt (2) of said operation -- as -- reduction of increase in quantity of \*\* fuel amount of supply, and the amount of \*\*EGR(s), strengthening of a flow in \*\* cylinder, the increment in \*\* compression ratio, or the rise of \*\* charge pressure -- or it combines and carries out.

[0138] moreover, in order to have delayed the rate of combustion in this table 1, it indicated concretely in the gestalt (2) of said operation -- as -- reduction of \*\* fuel amount of supply, the increment in the amount of \*\*EGR(s), reduction of a flow in \*\* cylinder, reduction of \*\* compression ratio, or reduction of \*\* charge pressure -- or it combines and carries out.

[0139] The gestalt of operation (5)

Moreover, it is the initial value of the corresponding to load at least fuel amount of supply indicated to Japanese Patent Application No. No. 292255 [ seven to ] according to operational status. When supplying the fuel to an engine, it has data with the initial value of the fuel amount of supply set up so that a lean mixture might be formed in a combustion chamber. The combustion rate in a predetermined crank angle among a load or an engine speed [ whether it holds in memory as map data of the target combustion rate at least corresponding to one side, and ] Whether the crank angle which reaches a predetermined combustion rate is held in memory as map data of the target crank angle at least corresponding to one side among a load or an engine speed on the other hand Detect the actual combustion rate to this predetermined crank angle, and it is based on the comparison with this detection combustion rate and a target combustion rate. the direction of a detection combustion rate -- smallness -- the time -- the fuel amount of supply -- increasing -- the direction of a detection combustion rate -- size -- the time -- the fuel amount of supply -- decreasing -- or -- Or detect the actual crank angle which reaches this predetermined combustion rate, and it is based on the comparison with this detection crank angle and a target crank angle. When lean combustion control which carries out one fuel amount-of-supply control of whether the fuel amount of supply is decreased while the fuel amount of supply is increased while the direction of a target crank angle is progressing, and the direction of a detection value crank angle is progressing is carried out, Namely, although one control of gestalt [ of operation ] (1) - (3) is carried out when operated by super-RIN as an approach for speeding up the rate of combustion by this control, control of the amount of EGR(s)

was not carried out but was concretely indicated in the gestalt (2) of said operation -- as -- increase in quantity of \*\* fuel amount of supply, strengthening of a flow in \*\* cylinder, the increment in \*\* compression ratio, or the rise of \*\* charge pressure -- or it combines and carries out.

[0140] For example, when operated by super-RIN, the fuel amount of supply and the flow strengthening valve in a cylinder are chosen. On the other hand, when operated under strong ERG, an EGR valve, a pumping bulb (overlap), etc. are chosen.

[0141] The gestalt of operation (6)

Moreover, in the control approach of of the gestalt (3) of operation, and (4), it becomes as follows about whether you make which give priority among control of an ignition stage and the rate of combustion.

[0142] That is, since the direction of an ignition stage (the ignition timing of a gasoline, injection initiation stage of a diesel) influences in immediate effect in the relation between a crank angle and a combustion rate, feedback control of an ignition stage is carried out previously and control about the rate of combustion is performed after that. Moreover, the feedback rate by the difference in the response by actuation and frequency can be optimized, and good combustion can be obtained.

[0143] Or in the case of a transient response (at the time of acceleration), change of the rate of combustion by gap of an air-fuel ratio (A/F) causes aggravation of a response, for example. Then, the department of \*\*\*\*\* is immediately supplied after a transient (asynchronous). However, when the volume to cylinders, such as an inlet-pipe injection engine, is large, priority is given to control of the rate of combustion by actuation of the fuel amount of supply, if priority is first given to ignition stage \*\*\*\* by ignition timing and the effect of fuel increase in quantity begins to appear after that, since delay is produced to the effect of fuel control. Thus, the priority of actuation is established according to operational status. Furthermore, it is good to carry out feedback control of an ignition stage, and control about the rate of combustion by turns.

[0144] The gestalt of operation (7)

Moreover, he gives predetermined width of face to a target combustion rate and a target crank angle, and is trying for feedback control not to operate at a point in the control approach of of the gestalt (3) of operation, and (4). In this case, although double memory capacity is needed for memory in order to give predetermined width of face to a target combustion rate and a target crank angle, prevention of hunting accompanying [ can play can make a field and ] feedback control by which feedback control is not carried out can be enabled by this, and operability improves.

[0145] One or more target combustion rate data which correspond to one or more crank angles as mentioned above, Or it is operational status (maximum output operation) about one or more target crank angle data corresponding to one or more combustion rates. the highest torque operation, starting operation, acceleration operation, moderation operation, low-fuel-consumption operation, or emission operation -- every -- corresponding to a load or an engine speed, it can memorize in memory, and an engine performance can be improved by carrying out feedback control for every operational status.

[0146]

[Effect of the Invention] As described above, in invention according to claim 1, the actual combustion rate to a predetermined crank angle is detected. the comparison with the detection value of this combustion rate, and a target combustion rate value -- being based -- the direction of a detection value -- smallness -- a time -- a fire stage -- advancing -- the direction of a detection value - - size -- a time -- a fire stage -- delaying -- as -- Since ignition timing is controlled, it sets in a wide range operation region. The operation region, for example, the engine speed, The ignition timing of the minimum tooth lead angle when the best torque in a load, a horsepower output, good fuel consumption, a pure exhaust gas property, good transient response nature, etc. are obtained can be grasped, and feedback control can be carried out so that it may light in the ignition timing.

[0147] In invention according to claim 2, the actual combustion rate to a predetermined crank angle is appropriately computable based on firing-pressure data.

[0148] In invention according to claim 3, the actual crank angle which reaches a predetermined combustion rate value is detected. When becoming the crank angle which was in the direction of a detection value based on the comparison with the detection value of this crank angle, and a target crank angle value, Advance ignition timing, and since ignition timing is controlled to delay ignition



timing when becoming the crank angle to which the direction of a detection value progressed, it sets in a wide range operation region. The ignition timing of the minimum tooth lead angle when the operation region, for example, the engine speed, the best torque in a load, a horsepower output, good fuel consumption, a pure exhaust gas property, good transient response nature, etc. are obtained can be grasped, and feedback control can be carried out so that it may light in the ignition timing.

[0149] In invention according to claim 4, the actual crank angle which reaches a predetermined combustion rate value is appropriately computable based on firing-pressure data.

[0150] In invention according to claim 5, the actual combustion rate to a predetermined crank angle firing-pressure data -- being based -- suitable -- computing -- the comparison with the detection value of a combustion rate, and a target combustion rate value -- being based -- the direction of a detection value -- smallness -- a time -- a fire stage -- advancing -- the direction of a detection value -- size -- a time -- a fire stage -- delaying -- as -- The actual crank angle which controls ignition timing and reaches a predetermined combustion rate value Based on firing-pressure data, it computes appropriately, when becoming the crank angle which was in the direction of a detection value based on the comparison with the detection value of a crank angle, and a target crank angle value, ignition timing is advanced, and when becoming the crank angle to which the direction of a detection value progressed, ignition timing can be controlled to delay ignition timing.

[0151] In invention according to claim 6, the actual combustion rate to a predetermined crank angle is detected in a diesel power plant. the comparison with the detection value of this combustion rate, and a target combustion rate value -- being based -- the direction of a detection value -- smallness -- the time -- a fuel-injection initiation stage -- advancing -- the direction of a detection value -- size -- the time -- a fuel-injection initiation stage -- delaying -- as -- Since a fuel-injection initiation stage is controlled, it sets in a wide range operation region. The operation region, For example, the fuel-injection initiation stage when the high torque in the engine speed and a load, a horsepower output, good fuel consumption, a pure exhaust gas property, good transient response nature, etc. are obtained can be grasped, and feedback control can be carried out so that fuel injection may be carried out with the fuel-injection initiation stage.

[0152] In invention according to claim 7, the actual crank angle which reaches a predetermined combustion rate value is detected in a diesel power plant. So that it advances fuel injection timing when becoming the crank angle which was in the direction of a detection value based on the comparison with the detection value of this crank angle, and a target crank angle value, and fuel injection timing may be delayed, when becoming the crank angle to which the direction of a detection value progressed Since fuel injection timing is controlled, it sets in a wide range operation region. The operation region, For example, the fuel injection timing when the engine speed, the high torque horsepower output in a load, good fuel consumption, a pure exhaust gas property, good transient response nature, etc. are obtained can be grasped, and feedback control can be carried out so that fuel injection may be carried out in the fuel injection timing.

[0153] In invention according to claim 8, the actual combustion rate to an early predetermined crank angle is detected among two or more predetermined crank angles. So that a fire stage may be set forward when the detection value is smaller, and a fire stage may be delayed based on the comparison with the detection value of this combustion rate, and the target combustion rate value to an early predetermined crank angle the time of the direction of a detection value becoming size By carrying out feedback control of the ignition timing, combustion can be controlled further finely and a good engine property is acquired.

[0154] In invention according to claim 9, at least two actual combustion rates to at least two predetermined crank angles are detected among two or more predetermined crank angles. The change to the crank angle of two or more predetermined target combustion rates comes out comparatively, and it is based on the comparison with a certain target rate. When the rate of change by the detection value is smaller than a target rate, it is detected as the rate of combustion being slow. Increase the fuel amount of supply of en JINHE, or the new mind before the combustion in an engine combustion chamber is mixed. The amount of the recycling exhaust gas which is a part of existing combustion gas formed in a pre-combustion cycle [ whether it decreases and ] By controlling to realize any one of whether the amount of flow in a cylinder of the new mind before the combustion in an engine combustion chamber is increased, a compression ratio is increased, or the

charge pressure is increased, combustion can be controlled further finely and a good engine property is acquired.

[0155] The inside of each crank angle which reaches two or more predetermined combustion rates in invention according to claim 10, Detect the actual crank angle which reaches a small predetermined combustion rate, and it is based on the comparison with the detection value of this crank angle, and the target crank angle value set up corresponding to the small predetermined combustion rate. When the direction of a detection value is behind, ignition timing is advanced, when the direction of a detection value is progressing, by carrying out feedback control of the ignition timing, combustion can be controlled further finely and a good engine property is acquired so that ignition timing may be delayed.

[0156] In invention according to claim 11, at least two actual crank angles which reach at least two predetermined combustion rates among two or more predetermined combustion rates are detected. The change to the combustion rate of two or more predetermined target crank angles comes out comparatively, and it is based on the comparison with a certain target rate. When the rate of change by the detection value is larger than a target rate, it is detected as the rate of combustion being slow. Increase the fuel amount of supply of engine, or the new mixture before the combustion in an engine combustion chamber is mixed. The amount of the recycling exhaust gas which is a part of existing combustion gas formed in a pre-combustion cycle [ whether it decreases and ] By controlling to realize at least one of whether the amount of flow in a cylinder of the new mixture before the combustion in an engine combustion chamber is increased, a compression ratio is increased, or the charge pressure is increased, combustion can be controlled further finely and a good engine property is acquired.

[0157] By invention according to claim 12, by giving predetermined width of face to a target combustion rate and a target crank angle, prevention of hunting accompanying [ can play, can make a field and ] feedback control by which feedback control is not carried out can be enabled, and operability improves.

---

[Translation done.]

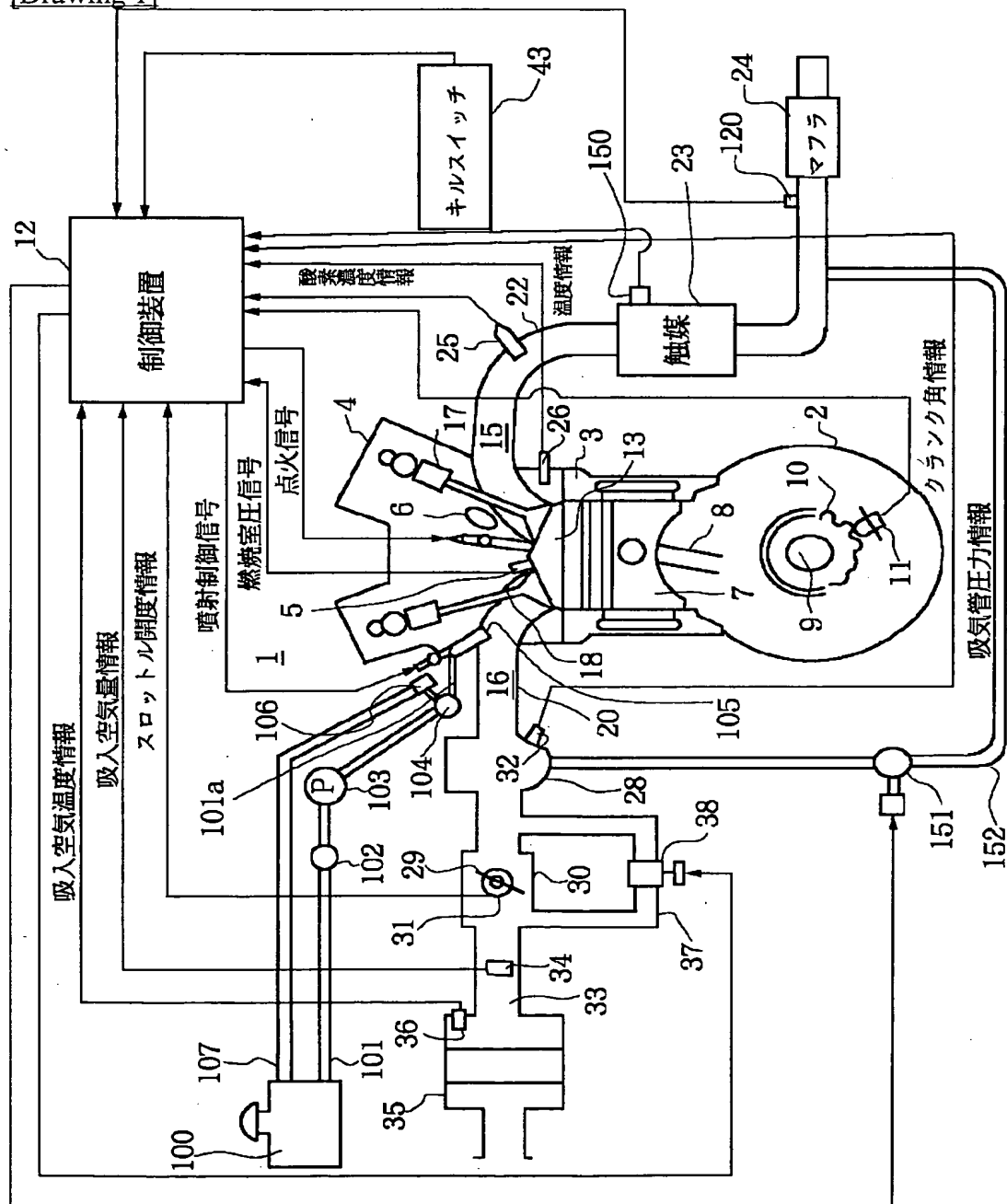
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

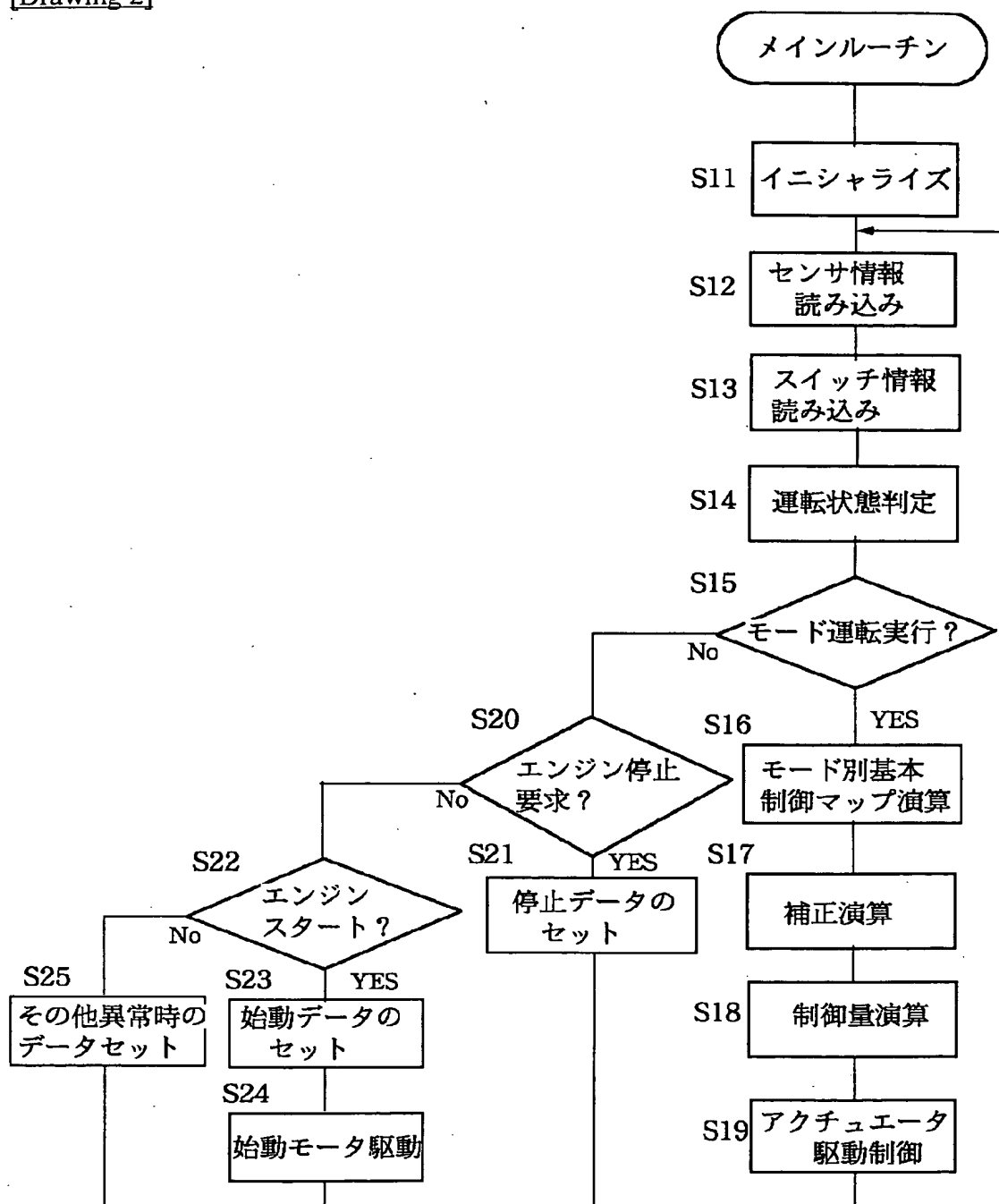
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

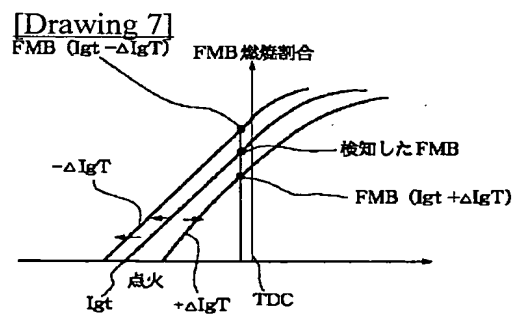
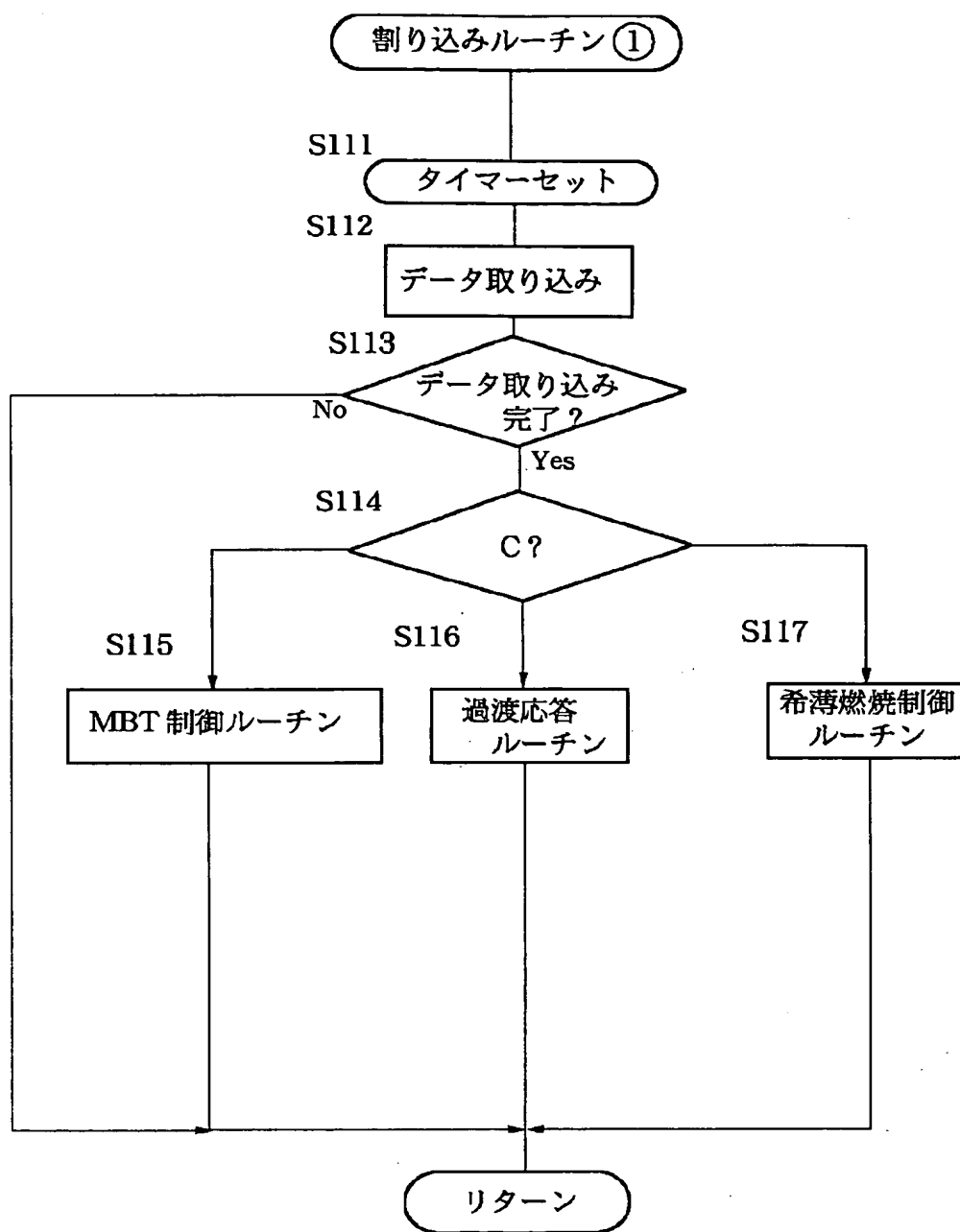
[Drawing 1]



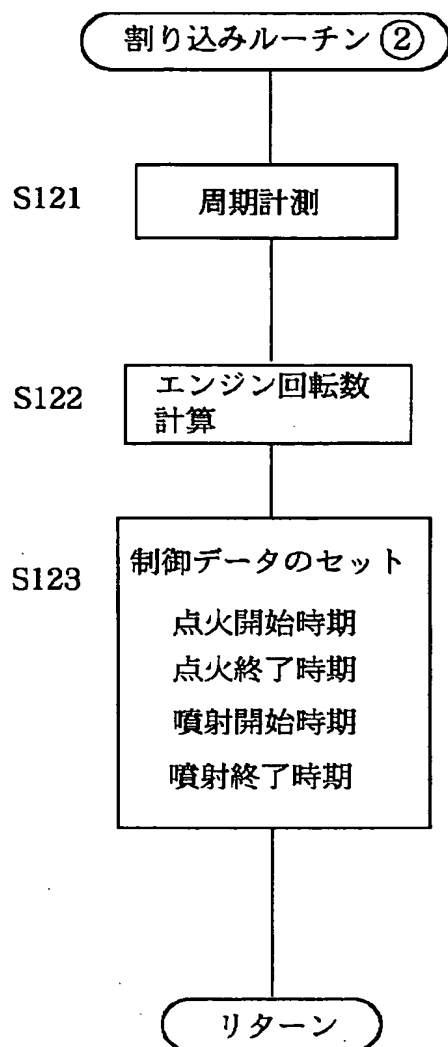
[Drawing 2]



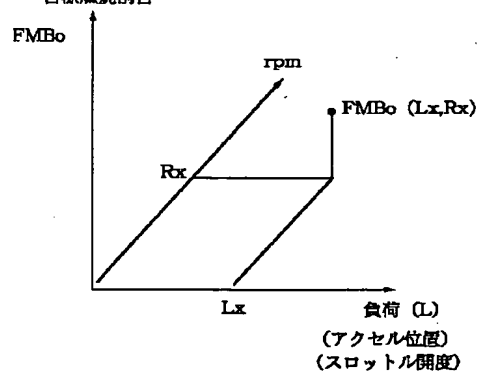
[Drawing 3]



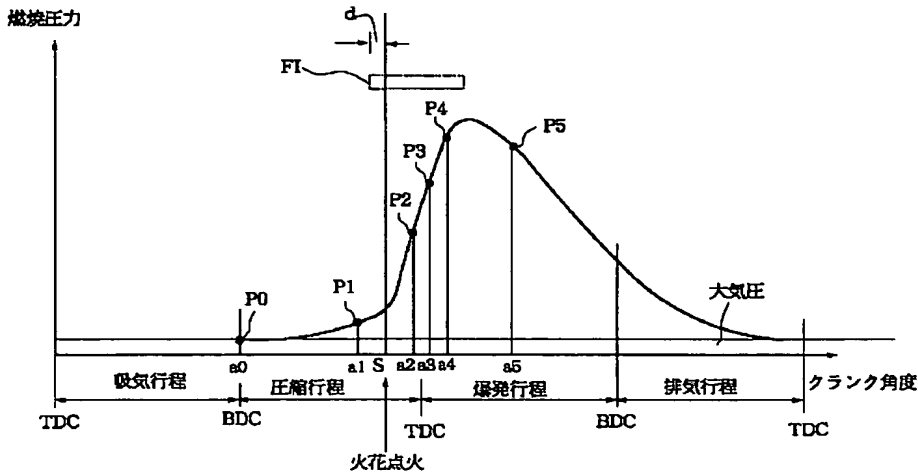
[Drawing 4]



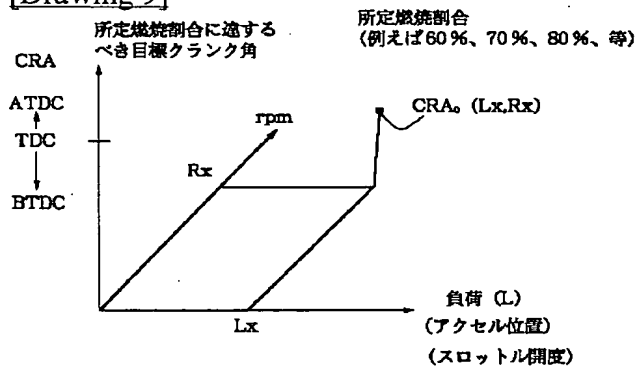
[Drawing 5]  
目標燃焼割合



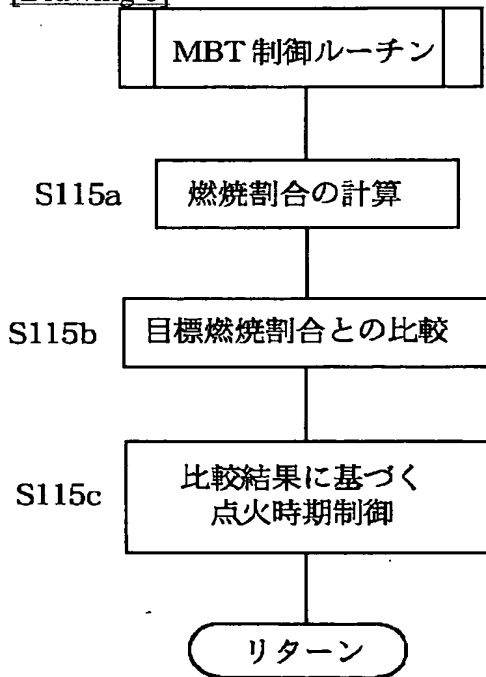
[Drawing 6]



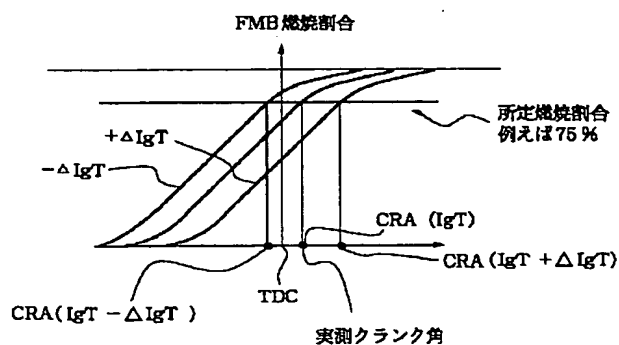
[Drawing 9]



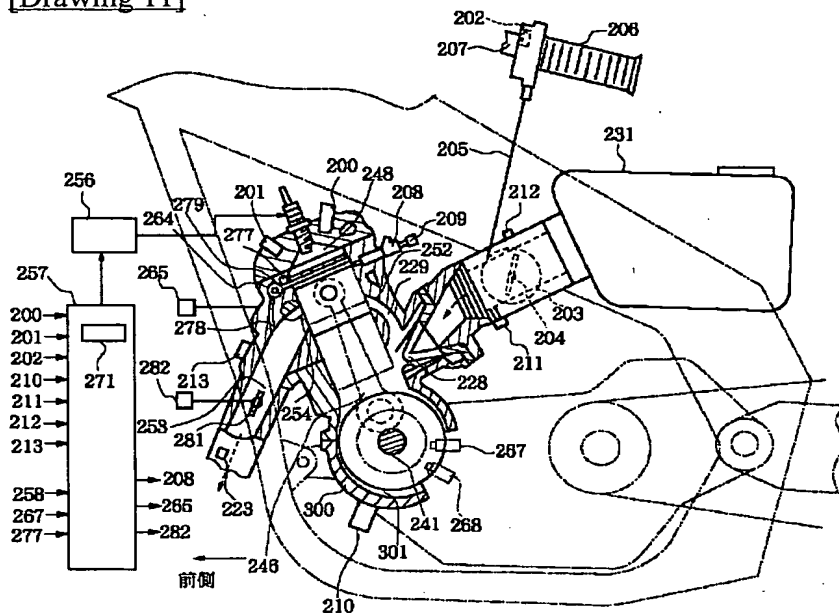
[Drawing 8]



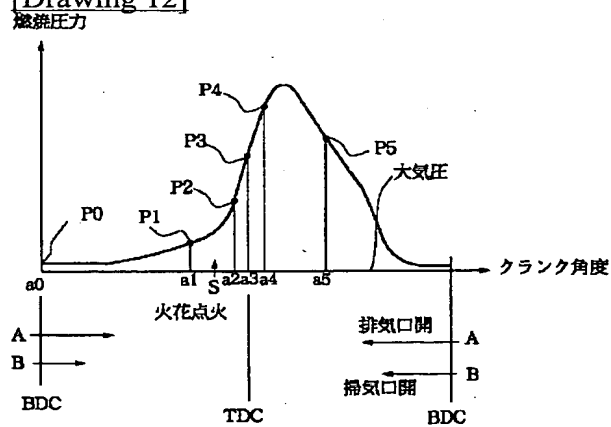
[Drawing 10]



[Drawing 11]

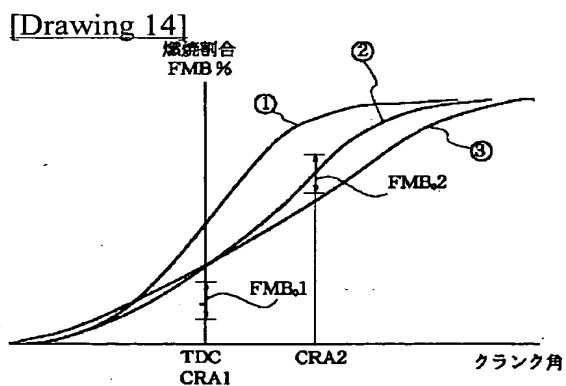
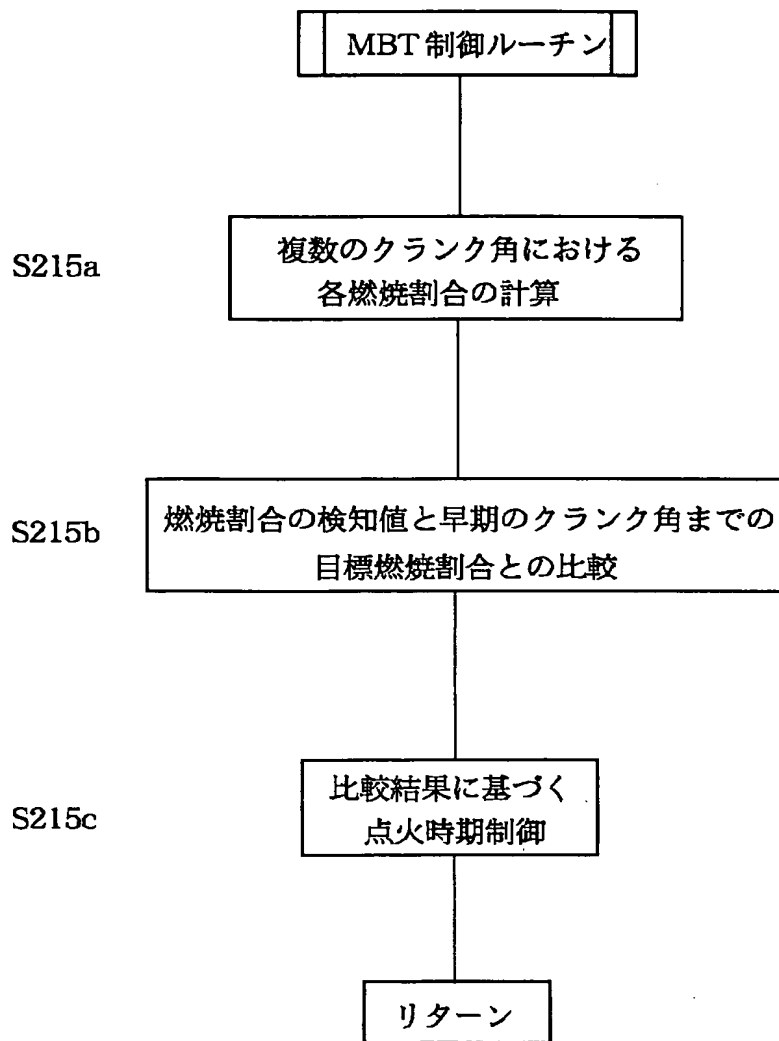


[Drawing 12]

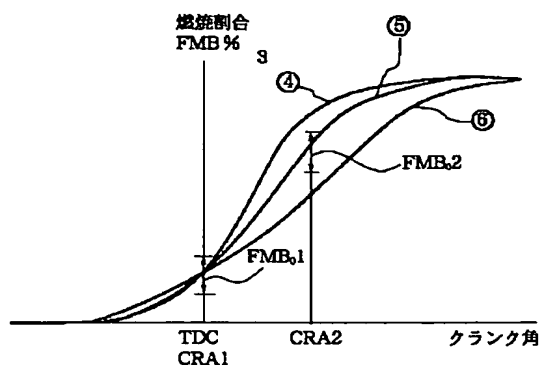


[Drawing 13]

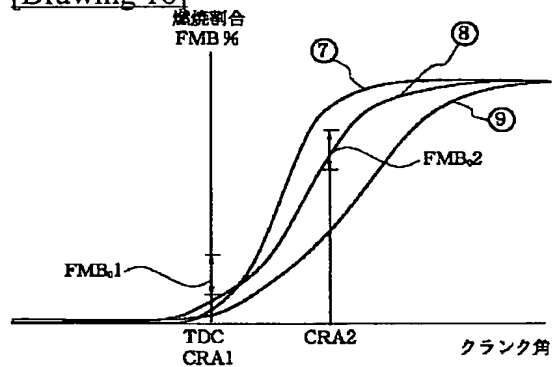




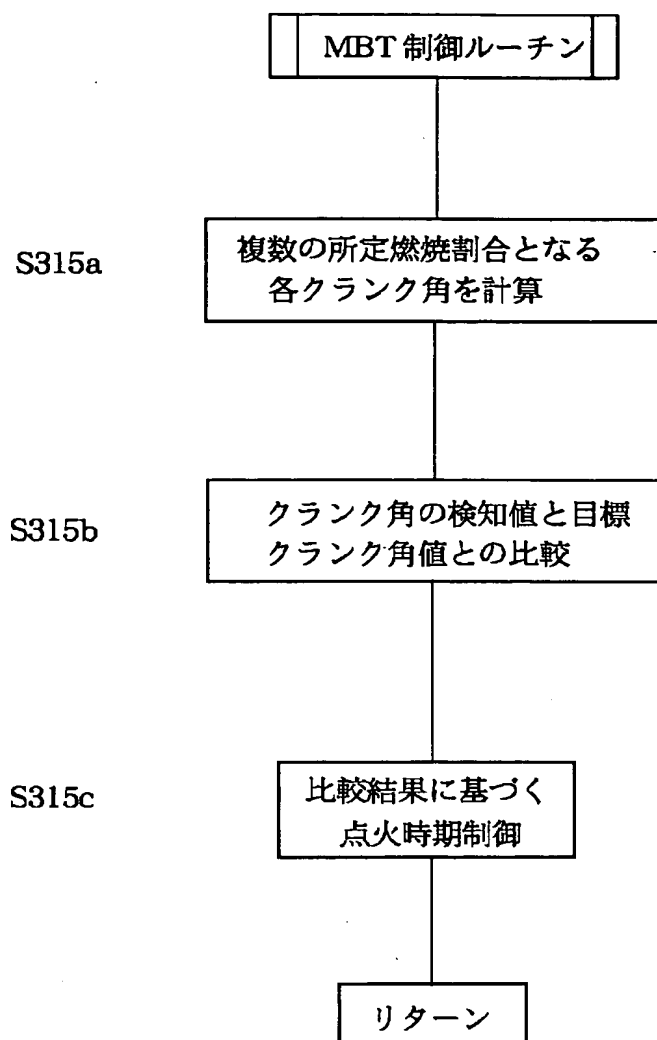
[Drawing 15]



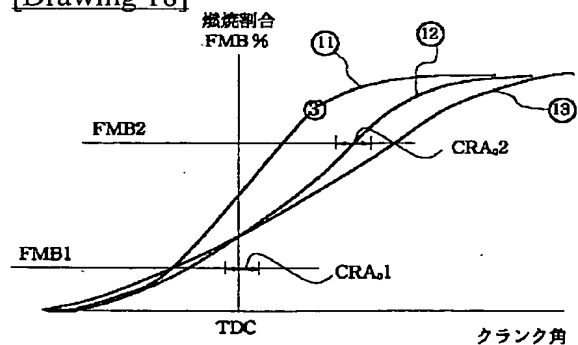
[Drawing 16]



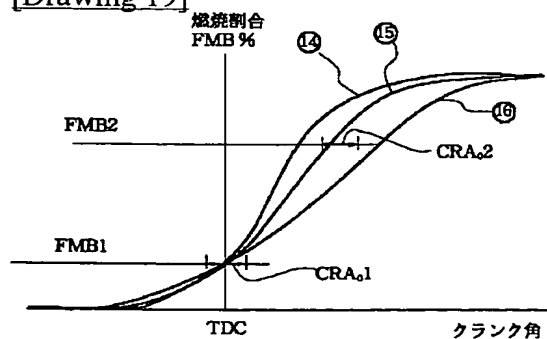
[Drawing 17]



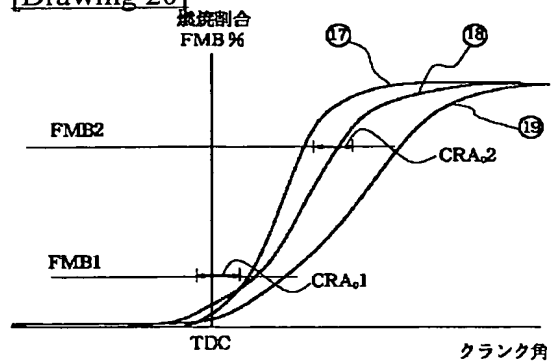
[Drawing 18]



[Drawing 19]



[Drawing 20]



---

[Translation done.]

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-250435

(43)Date of publication of application : 22.09.1997

(51)Int.Cl.

F02P 5/152  
F02P 5/153  
F02D 41/04  
F02D 41/04  
F02D 45/00  
F02D 45/00  
F02M 25/07

(21)Application number : 08-261538

(71)Applicant : YAMAHA MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 02.10.1996

(72)Inventor : NAKAMURA TSUNEHISA  
MATSUO NORITAKA

(30)Priority

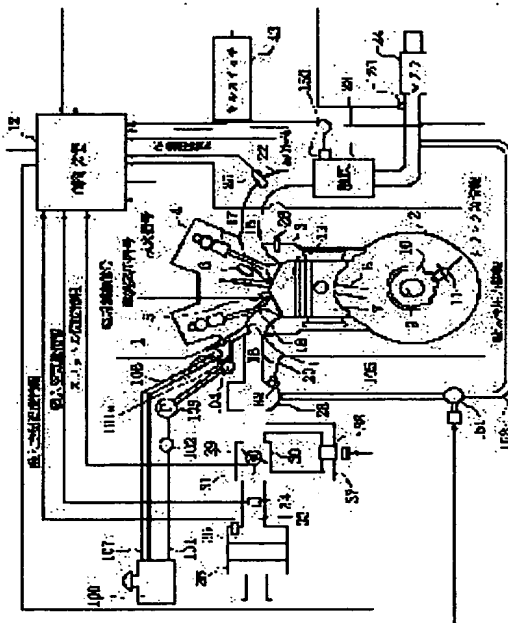
Priority number : 07254847 Priority date : 02.10.1995 Priority country : JP

## (54) ENGINE CONTROL METHOD AND CONTROL DEVICE THEREFOR

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To ensure startup property, transient responsiveness or the like in the wide range of an operation area by memorizing the combustion rate value at a specified crank angle as map data of a target combustion rate value and advancing or delaying an ignition timing based on the comparison between the detection value of the combustion rate and the target combustion rate value.

**SOLUTION:** When an engine operation state is controlled, the operation state is judged from various sensor information or the like imported in a controller 12, and a value corresponding the variable in the memory is input in response to this state. For example, while in a certain acceleration state at a middle/high engine speed and at a middle/high speed load or while in loose acceleration operation state, 1 is memorized for variable, when the variation rate of a throttle opening is a specified value or more, 2 is memorized for variable. According to these variables, the target combustion rate according to the engine speed and load is obtained, the ignition timing is advanced or delayed based on the comparison between the detection value of the actual combustion rate up to a specified crank angle and the target combustion rate value, and the ignition timing is controlled.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

13.06.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-250435

(43) 公開日 平成9年(1997)9月22日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 0 2 P 5/152			F 0 2 P 5/15	D
5/153			F 0 2 D 41/04	3 3 0 J
F 0 2 D 41/04	3 3 0			3 8 5 J
	3 8 5		45/00	3 6 2 B
45/00	3 6 2			3 6 8 S

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 26 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平8-261538

(22) 出願日 平成8年(1996)10月2日

(31) 優先権主張番号 特願平7-254847

(32) 優先日 平7(1995)10月2日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000010076

ヤマハ発動機株式会社

静岡県磐田市新貝2500番地

(72) 発明者 中村 倫久

静岡県磐田市新貝2500番地 ヤマハ発動機株式会社内

(72) 発明者 松尾 典孝

静岡県磐田市新貝2500番地 ヤマハ発動機株式会社内

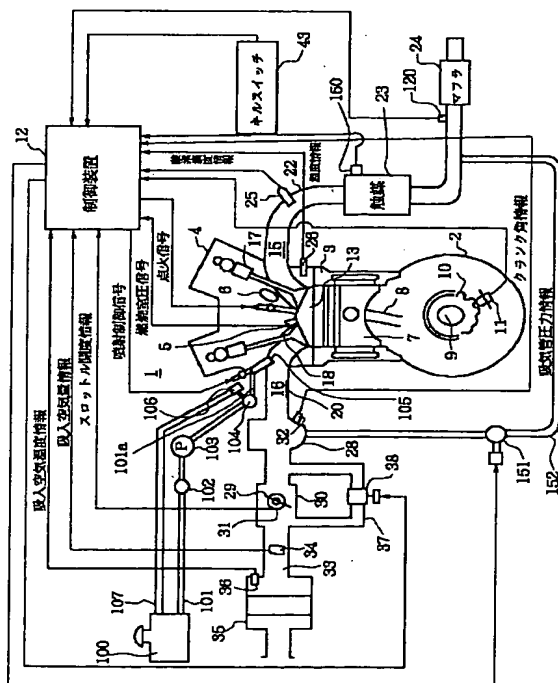
(74) 代理人 弁理士 鶴若 俊雄

(54) 【発明の名称】 エンジンの制御方法及びその制御装置

## (57) 【要約】

【課題】 広範囲な運転域において、その運転域、例えばそのエンジン回転数、負荷における最良トルク、最高出力、良好な燃費、清浄な排気ガス特性、良好な過渡応答性等が得られるように制御可能とする。

【解決手段】 エンジンの制御方法は、負荷或いはエンジン回転数の内少なくとも一方に対応し高トルクが得られる燃焼状態を得て、この燃焼状態の時、所定クランク角における燃焼割合値を、負荷或いはエンジン回転数の内少なくとも一方に対応した目標燃焼割合値のマップデータとしてメモリに保持する一方、所定クランク角までの実際の燃焼割合を検知し、この燃焼割合の検知値と目標燃焼割合値との比較に基づき、検知値の方が小なる時点火時期を進め、検知値の方が大なる時点火時期を遅らせるように、点火時期を制御する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 負荷或いはエンジン回転数の内少なくとも一方に対応し所望の運転状態が得られる燃焼状態を得て、この燃焼状態の時、所定クランク角における燃焼割合値を、負荷或いはエンジン回転数の内少なくとも一方に対応した目標燃焼割合値のマップデータとしてメモリに保持する一方、前記所定クランク角までの実際の燃焼割合を検知し、この燃焼割合の検知値と前記目標燃焼割合値との比較に基づき、前記検知値の方が小なる時点火時期を進め、検知値の方が大なる時点火時期を遅らせるように、点火時期を制御することを特徴とするエンジンの制御方法。

【請求項2】 前記所定クランク角までの実際の燃焼割合は、排気行程の終了後から圧縮行程初期までの間のクランク角と、圧縮行程開始から点火開始までのクランク角と、点火開始から排気行程開始までの期間の内の2つのクランク角とからなる少なくとも4つのクランク角における燃焼圧力を検出し、これらの燃焼圧力データに基づき算出するようにしたことを特徴とする請求項1記載のエンジンの制御方法。

【請求項3】 負荷或いはエンジン回転数のうち少なくとも一方に対応し所望の運転状態が得られる燃焼状態を得て、この燃焼状態の時、所定燃焼割合値に達するクランク角値を、負荷或いはエンジン回転数のうち少なくとも一方に対応したクランク角値のマップデータとしてメモリに保持する一方、前記所定燃焼割合値に達する実際のクランク角を検知し、このクランク角の検知値と目標クランク角値との比較に基づき、前記検知値の方が遅れたクランク角となる場合、点火時期を進め、検知値の方が進んだクランク角となる場合点火時期を遅らせるように点火時期を制御することを特徴とするエンジンの制御方法。

【請求項4】 前記所定燃焼割合値に達する実際のクランク角は、排気行程の終了後から圧縮行程初期までの間のクランク角と、圧縮行程開始から点火開始までのクランク角と、点火開始から排気行程開始までの期間の内の2つのクランク角とからなる少なくとも4つのクランク角における燃焼圧力を検出し、これらの燃焼圧力データに基づき算出するようにしたことを特徴とする請求項3記載のエンジンの制御方法。

【請求項5】 エンジン回転数検出手段、クランク角検出手段及び燃焼圧検出手段を含む運転状態検出手段と、目標状態値を保持するデータ記憶装置と、前記各検出手段からの情報から実際の状態値を算出する状態値算出プログラムと、算出された状態値と前記データ記憶装置に保持された目標状態値との比較に基づき点火時期の制御値を算出する制御値算出プログラムとを保持するプログラム記憶装置と、点火時期の制御値に基づき点火する点火装置とを有し、下記のAまたはBの点火時期を制御することを特徴とするエンジンの制御装置。

10

A. 所定クランク角までの実際の燃焼割合は、排気行程の終了後から圧縮行程初期までの間のクランク角と、圧縮行程開始から点火開始までのクランク角と、点火開始から排気行程開始までの期間の内の2つのクランク角とからなる少なくとも4つのクランク角における燃焼圧力を検出し、これらの燃焼圧力データに基づき算出するようにし、燃焼割合の検知値と前記目標燃焼割合値との比較に基づき、前記検知値の方が小なる時点火時期を進め、検知値の方が大なる時点火時期を遅らせるように、点火時期を制御する。

20

B. 所定燃焼割合値に達する実際のクランク角は、排気行程の終了後から圧縮行程初期までの間のクランク角と、圧縮行程開始から点火開始までのクランク角と、点火開始から排気行程開始までの期間の内の2つのクランク角とからなる少なくとも4つのクランク角における燃焼圧力を検出し、これらの燃焼圧力データに基づき算出するようにし、クランク角の検知値と目標クランク角値との比較に基づき、前記検知値の方が遅れたクランク角となる場合、点火時期を進め、検知値の方が進んだクランク角となる場合点火時期を遅らせるように点火時期を制御する。

30

【請求項6】 負荷或いはエンジン回転数の内少なくとも一方に対応し所望の運転状態が得られる燃焼状態を得て、この燃焼状態の時、所定クランク角における燃焼割合値を、負荷或いはエンジン回転数の内少なくとも一方に対応した目標燃焼割合値のマップデータとしてメモリに保持する一方、前記所定クランク角までの実際の燃焼割合を検知し、この燃焼割合の検知値と前記目標燃焼割合値との比較に基づき、前記検知値の方が小なる時燃料噴射開始時期を進め、検知値の方が大なる時燃料噴射開始時期を遅らせるように、燃料噴射開始時期を制御することを特徴とするディーゼルエンジンにおけるエンジンの制御方法。

40

【請求項7】 負荷或いはエンジン回転数の内少なくとも一方に対応し所望の運転状態が得られる燃焼状態を得て、この燃焼状態の時、所定燃焼割合に達するクランク角値を、負荷或いはエンジン回転数の内少なくとも一方に対応した目標クランク角値のマップデータとしてメモリに保持する一方、前記所定燃焼割合値に達する実際のクランク角を検知し、このクランク角の検知値と前記目標クランク角値との比較に基づき、前記検知値の方がおくれたクランク角となる場合、燃料噴射開始時期を進め、検知値の方が進んだクランク角となる場合燃料噴射開始時期を遅らせるように、燃料噴射開始時期を制御することを特徴とするディーゼルエンジンにおけるエンジンの制御方法。

50

【請求項8】 負荷或いはエンジン回転数の内少なくとも一方に対応して所望の運転状態が得られる燃焼状態を得て、この燃焼状態の時、複数の所定クランク角における各燃焼割合値を、前記複数の所定クランク角までの複



数の目標燃焼割合値のマップデータとして、負荷あるいはエンジン回転数の内少なくとも一方に対応してメモリに保持する一方、前記複数の所定クランク角の内、早期の所定クランク角までの実際の燃焼割合を検知し、この燃焼割合の検知値と前記早期の所定クランク角までの目標燃焼割合値との比較に基づき、前記検知値の方が小さい時点火時期を進め、検知値の方が大なる時点火時期を遅らせるように、点火時期を制御することを特徴とするエンジンの制御方法。

【請求項9】負荷あるいはエンジン回転数の内少なくとも一方に対応して所望の運転状態が得られる燃焼状態を得て、この燃焼状態の時、複数の所定クランク角における各燃焼割合値を、前記複数の所定クランク角までの複数の目標燃焼割合値のマップデータとして、負荷あるいはエンジン回転数の内少なくとも一方に対応してメモリに保持する一方、前記複数の所定クランク角の内少なくとも2つの所定クランク角までの少なくとも2つの実際の燃焼割合を検知し、この少なくとも2つの実際の燃焼割合のクランク角に対する変化の割合を求め、前記複数の所定の目標燃焼割合のクランク角に対する変化の割合である目標割合との比較に基づき、前記検知値による変化の割合の方が目標割合より小さい場合、燃焼速度が遅いと検知し、エンジンへの燃料供給量を増大するか、エンジンの燃焼室における燃焼前の新気に混合される、前燃焼サイクルにおいて形成される既燃焼ガスの一部である再循環排気ガスの量を減少するか、エンジンの燃焼室における燃焼前の新気の筒内流動量を増大するか、圧縮比を増大するか、過給圧を増大するかの一つを実現するように制御することを特徴とするエンジンの制御方法。

【請求項10】負荷あるいはエンジン回転数の内少なくとも一方に対応して所望の運転状態が得られる燃焼状態を得て、この燃焼状態の時、複数の所定燃焼割合となる各クランク角値を、前記複数の所定クランク角までの複数の目標クランク角値のマップデータとして、負荷あるいはエンジン回転数の内少なくとも一方に対応してメモリに保持する一方、前記複数の所定燃焼割合に到達する各クランク角の内、小さな所定燃焼割合に到達する実際のクランク角を検知し、このクランク角の検知値と前記小さな所定燃焼割合に対応して設定された目標クランク角値との比較に基づき、前記検知値の方が遅れている場合は点火時期を進め、検知値の方が進んでいる場合には点火時期を遅らせるように、点火時期を制御することを特徴とするエンジンの制御方法。

【請求項11】負荷あるいはエンジン回転数の内少なくとも一方に対応して所望の運転状態が得られる燃焼状態を得て、この燃焼状態の時、複数の所定燃焼割合となる各クランク角値を、前記複数の所定クランク角までの複数の目標クランク角値のマップデータとして、負荷あるいはエンジン回転数の内少なくとも一方に対応してメモ

りに保持する一方、前記複数の所定燃焼割合の内少なくとも2つの所定燃焼割合に到達する少なくとも2つの実際のクランク角を検知し、この少なくとも2つの実際のクランク角の燃焼割合に対する変化の割合を求め、前記複数の所定の目標クランク角の燃焼割合に対する変化の割合である目標割合との比較に基づき、前記検知値による変化の割合の方が目標割合より大きい場合、燃焼速度が遅いと検知し、エンジンへの燃料供給量を増大するか、エンジンの燃焼室における燃焼前の新気に混合される、前燃焼サイクルにおいて形成される既燃焼ガスの一部である再循環排気ガスの量を減少するか、エンジンの燃焼室における燃焼前の新気の筒内流動量を増大するか、圧縮比を増大するか、過給圧を増大するかの一つを実現するように制御することを特徴とするエンジンの制御方法。

【請求項12】前記目標燃焼割合、目標クランク角に所定幅を持たせたことを特徴とする請求項8乃至請求項11記載のエンジンの制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、2サイクルあるいは4サイクルの火花点火エンジン、2サイクルあるいは4サイクルのディーゼルエンジンの制御方法及びその制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】2サイクル火花点火エンジンあるいは4サイクル火花点火エンジンにおいて、例えば高負領域にて高出力を得るように点火時期を制御することが行なわれているが、この点火時期を制御するに当たり、ノッキング検知手段を配置し、ノッキングを検知しないなら点火時期を進角するようにし、ノッキングを検知したら点火時期を遅角し、ノッキング発生限界の進角状態になるようにノッキング有無情報に基づき点火時期のフィードバック制御を行なうものがある。このような点火時期のフィードバック制御は、ノッキング発生限界まで点火時期を進角した時最大出力、或いはその回転数域における最大トルクを発生可能との考え方に基づいている。

【0003】ディーゼルエンジンにおいても、ノッキングを検知し着火遅れがあってもノッキングが発生しないように、ノッキングを検知したら燃料噴射開始時期を進めるものがある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、エンジン回転数等の運転状態によっては、ノッキング発生限界の点火時期進角状態としてもその運転域における最良トルクを発生せず、又同最良トルクを発生可能な点火時期で点火してもノッキング発生限界とならない場合がある。この場合にはノッキング有無情報に基づき点火時期のフィードバック制御を行なっても同最良トルクは得られな

【0005】なお、ディーゼルエンジンにおける燃料噴射開始時期についても同様である。また、最良トルクについてのみでなく、良好なコールドスタート、良好な加速減速、清浄な排気ガス、良好な燃費、或は良好な最高出力を得るにも簡便且つ確実な方法が必要である。

【0006】この発明は、かかる点に鑑みてなされたもので、広範囲な運転域において、その運転域、例えばそのエンジン回転数、負荷における最良トルクとなるように、あるいは、良好な始動性、良好な過渡応答性、清浄な排気ガス、良好な燃費あるいは良好な最高出力が得られるように制御可能とするエンジンの制御方法及びその制御装置を提供することを目的としている。

【0007】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決し、かつ目的を達成するために、請求項1記載の発明のエンジンの制御方法は、負荷或いはエンジン回転数の内少なくとも一方に対応しし所望の運転状態が得られる燃焼状態を得て、この燃焼状態の時、所定クランク角における燃焼割合値を、負荷或いはエンジン回転数の内少なくとも一方に対応した目標燃焼割合値のマップデータとしてメモリに保持する一方、前記所定クランク角までの実際の燃焼割合を検知し、この燃焼割合の検知値と前記目標燃焼割合値との比較に基づき、前記検知値の方が小なる時点火時期を進め、検知値の方が大なる時点火時期を遅らせるように、点火時期を制御することを特徴としている。

【0008】このように、所定クランク角までの実際の燃焼割合を検知し、この燃焼割合の検知値と目標燃焼割合値との比較に基づき、検知値の方が小なる時点火時期を進め、検知値の方が大なる時点火時期を遅らせるように、点火時期を制御し、広範囲な運転域において、その運転域、例えばそのエンジン回転数、負荷における所望の運転状態が得られる最少進角の点火時期を把握し、その点火時期で点火するようにフィードバック制御することができる。

【0009】請求項2記載の発明のエンジンの制御方法は、前記所定クランク角までの実際の燃焼割合が、排気行程の終了後から圧縮行程初期までの間のクランク角と、圧縮行程開始から点火開始までのクランク角と、点火開始から排気行程開始までの期間の内の2つのクランク角とからなる少なくとも4つのクランク角における燃焼圧力を検出し、これらの燃焼圧力データに基づき算出するようにしたことを特徴としている。

【0010】このように、所定クランク角までの実際の燃焼割合を、燃焼圧力データに基づき適切に算出することができる。

【0011】請求項3記載の発明のエンジンの制御方法は、負荷或いはエンジン回転数のうち少なくとも一方に対応しし所望の運転状態が得られる燃焼状態を得て、この燃焼状態の時、所定燃焼割合値に達するクランク角値を、負荷或いはエンジン回転数のうち少なくとも一方に

対応したクランク角値のマップデータとしてメモリに保持する一方、前記所定燃焼割合値に達する実際のクランク角を検知し、このクランク角の検知値と目標クランク角値との比較に基づき、前記検知値の方が遅れたクランク角となる場合、点火時期を進め、検知値の方が進んだクランク角となる場合点火時期を遅らせるように点火時期を制御することを特徴としている。

【0012】このように、所定燃焼割合値に達する実際のクランク角を検知し、このクランク角の検知値と目標クランク角値との比較に基づき、検知値の方が遅れたクランク角となる場合、点火時期を進め、検知値の方が進んだクランク角となる場合点火時期を遅らせるように点火時期を制御し、広範囲な運転域において、その運転域、例えばそのエンジン回転数、負荷における所望の運転状態が得られる最少進角の点火時期を把握し、その点火時期で点火するようにフィードバック制御することができる。

【0013】請求項4記載の発明のエンジンの制御方法は、前記所定燃焼割合値に達する実際のクランク角が、排気行程の終了後から圧縮行程初期までの間のクランク角と、圧縮行程開始から点火開始までのクランク角と、点火開始から排気行程開始までの期間の内の2つのクランク角とからなる少なくとも4つのクランク角における燃焼圧力を検出し、これらの燃焼圧力データに基づき算出するようにしたことを特徴としている。このように、所定燃焼割合値に達する実際のクランク角を、燃焼圧力データに基づき適切に算出することができる。

【0014】請求項5記載の発明のエンジンの制御装置は、エンジン回転数検出手段、クランク角検出手段及び燃焼圧検出手段を含む運転状態検出手段と、目標状態値を保持するデータ記憶装置と、前記各検出手段からの情報から実際の状態値を算出する状態値算出プログラムと、算出された状態値と前記データ記憶装置に保持された目標状態値との比較に基づき点火時期の制御値を算出する制御値算出プログラムとを保持するプログラム記憶装置と、点火時期の制御値に基づき点火する点火装置とを有し、下記のAまたはBの点火時期を制御することを特徴としている。

【0015】A. 所定クランク角までの実際の燃焼割合は、排気行程の終了後から圧縮行程初期までの間のクランク角と、圧縮行程開始から点火開始までのクランク角と、点火開始から排気行程開始までの期間の内の2つのクランク角とからなる少なくとも4つのクランク角における燃焼圧力を検出し、これらの燃焼圧力データに基づき算出するようにし、燃焼割合の検知値と前記目標燃焼割合値との比較に基づき、前記検知値の方が小なる時点火時期を進め、検知値の方が大なる時点火時期を遅らせるように、点火時期を制御する。

【0016】B. 所定燃焼割合値に達する実際のクランク角は、排気行程の終了後から圧縮行程初期までの間の

クランク角と、圧縮行程開始から点火開始までのクランク角と、点火開始から排気行程開始までの期間の内の 2 つのクランク角とからなる少なくとも 4 つのクランク角における燃焼圧力を検出し、これらの燃焼圧力データに基づき算出するようにし、クランク角の検知値と目標クランク角値との比較に基づき、前記検知値の方が遅れたクランク角となる場合、点火時期を進め、検知値の方が進んだクランク角となる場合点火時期を遅らせるように点火時期を制御する。

【0017】このように、所定クランク角までの実際の燃焼割合を、燃焼圧力データに基づき適切に算出し、燃焼割合の検知値と目標燃焼割合値との比較に基づき、検知値の方が小なる時点火時期を進め、検知値の方が大なる時点火時期を遅らせるように、点火時期を制御し、また所定燃焼割合値に達する実際のクランク角を、燃焼圧力データに基づき適切に算出し、クランク角の検知値と目標クランク角値との比較に基づき、検知値の方が遅れたクランク角となる場合、点火時期を進め、検知値の方が進んだクランク角となる場合点火時期を遅らせるように点火時期を制御することができる。

【0018】請求項 6 記載の発明のディーゼルエンジンにおけるエンジンの制御方法は、負荷あるいはエンジン回転数の内少なくとも一方に対応し所望の運転状態が得られる燃焼状態を得て、この燃焼状態の時、所定クランク角における燃焼割合値を、負荷あるいはエンジン回転数の内少なくとも一方に対応した目標燃焼割合値のマップデータとしてメモリに保持する一方、前記所定クランク角までの実際の燃焼割合を検知し、この燃焼割合の検知値と前記目標燃焼割合値との比較に基づき、前記検知値の方が小なる時燃料噴射開始時期を進め、検知値の方が大なる時燃料噴射開始時期を遅らせるように、燃料噴射開始時期を制御することを特徴としている。

【0019】このように、ディーゼルエンジンにおいて、所定クランク角までの実際の燃焼割合を検知し、この燃焼割合の検知値と目標燃焼割合値との比較に基づき、検知値の方が小なる時燃料噴射開始時期を進め、検知値の方が大なる時燃料噴射開始時期を遅らせるように、燃料噴射開始時期を制御し、広範囲な運転域において、その運転域、例えばそのエンジン回転数、負荷における所望の運転状態が得られる燃料噴射開始時期を把握し、その燃料噴射開始時期で燃料噴射するようにフィードバック制御することができる。

【0020】請求項 7 記載の発明のディーゼルエンジンにおけるエンジンの制御方法は、負荷あるいはエンジン回転数の内少なくとも一方に対応し所望の運転状態が得られる燃焼状態を得て、この燃焼状態の時、所定燃焼割合に達するクランク角値を、負荷あるいはエンジン回転数の内少なくとも一方に対応した目標クランク角値のマップデータとしてメモリに保持する一方、前記所定燃焼割合値に達する実際のクランク角を検知し、このクラン

ク角の検知値と前記目標クランク角値との比較に基づき、前記検知値の方がおくれたクランク角となる場合、燃料噴射開始時期を進め、検知値の方が進んだクランク角となる場合燃料噴射開始時期を遅らせるように、燃料噴射開始時期を制御することを特徴としている。

【0021】このように、ディーゼルエンジンにおいて、所定燃焼割合値に達する実際のクランク角を検知し、このクランク角の検知値と目標クランク角値との比較に基づき、検知値の方がおくれたクランク角となる場合、燃料噴射開始時期を進め、検知値の方が進んだクランク角となる場合燃料噴射開始時期を遅らせるように、燃料噴射開始時期を制御し、広範囲な運転域において、その運転域、例えばそのエンジン回転数、負荷における高トルクあるいは最良トルク、あるいは良好なコールドスタート、加減速、あるいは燃費さらには清浄な排気ガスが得られる燃料噴射開始時期を把握し、その燃料噴射開始時期で燃料噴射するようにフィードバック制御することができる。

【0022】請求項 8 記載の発明のエンジンの制御方法は、負荷あるいはエンジン回転数の内少なくとも一方に対応して所望の運転状態が得られる燃焼状態を得て、この燃焼状態の時、複数の所定クランク角における各燃焼割合値を、前記複数の所定クランク角までの複数の目標燃焼割合値のマップデータとして、負荷あるいはエンジン回転数の内少なくとも一方に対応してメモリに保持する一方、前記複数の所定クランク角の内、早期の所定クランク角までの実際の燃焼割合を検知し、この燃焼割合の検知値と前記早期の所定クランク角までの目標燃焼割合値との比較に基づき、前記検知値の方が小さい時点火時期を進め、検知値の方が大なる時点火時期を遅らせるように、点火時期を制御することを特徴としている。

【0023】このように、複数の所定クランク角の内、早期の所定クランク角までの実際の燃焼割合を検知し、この燃焼割合の検知値と早期の所定クランク角までの目標燃焼割合値との比較に基づき、検知値の方が小さい時点火時期を進め、検知値の方が大なる時点火時期を遅らせるように、点火時期をフィードバック制御することによりさらに燃焼をきめ細かく制御でき良好なエンジン特性が得られる。

【0024】請求項 9 記載の発明のエンジンの制御方法は、負荷あるいはエンジン回転数の内少なくとも一方に対応して所望の運転状態が得られる燃焼状態を得て、この燃焼状態の時、複数の所定クランク角における各燃焼割合値を、前記複数の所定クランク角までの複数の目標燃焼割合値のマップデータとして、負荷あるいはエンジン回転数の内少なくとも一方に対応してメモリに保持する一方、前記複数の所定クランク角の内少なくとも 2 つの所定クランク角までの少なくとも 2 つの実際の燃焼割合を検知し、この少なくとも 2 つの実際の燃焼割合のクランク角に対する変化の割合を求め、前記複数の所定の

目標燃焼割合のクランク角に対する変化の割合である目標割合との比較に基づき、前記検知値による変化の割合の方が目標割合より小さい場合、燃焼速度が遅いと検知し、エンジンへの燃料供給量を増大するか、エンジンの燃焼室における燃焼前の新気に混合される、前燃焼サイクルにおいて形成される既燃焼ガスの一部である再循環排気ガスの量を減少するか、エンジンの燃焼室における燃焼前の新気の筒内流動量を増大するか、圧縮比を増大するか、過給圧を増大するかの一つを実現するように制御することを特徴としている。

【0025】このように、複数の所定クランク角の内少なくとも2つの所定クランク角までの少なくとも2つの実際の燃焼割合を検知し、複数の所定の目標燃焼割合のクランク角に対する変化の割合である目標割合との比較に基づき、検知値による変化の割合の方が目標割合より小さい場合、燃焼速度が遅いと検知し、エンジンへの燃料供給量を増大するか、エンジンの燃焼室における燃焼前の新気に混合される、前燃焼サイクルにおいて形成される既燃焼ガスの一部である再循環排気ガスの量を減少するか、エンジンの燃焼室における燃焼前の新気の筒内流動量を増大するか、圧縮比を増大するか、過給圧を増大するかの一つを実現するように制御することによりさらに燃焼をきめ細かく制御でき良好なエンジン特性が得られる。

【0026】請求項10記載の発明のエンジンの制御方法は、負荷あるいはエンジン回転数の内少なくとも一方に対応して所望の運転状態が得られる燃焼状態を得て、この燃焼状態の時、複数の所定燃焼割合となる各クランク角値を、前記複数の所定クランク角までの複数の目標クランク角値のマップデータとして、負荷あるいはエンジン回転数の内少なくとも一方に対応してメモリに保持する一方、前記複数の所定燃焼割合に到達する各クランク角の内、小さな所定燃焼割合に到達する実際のクランク角を検知し、このクランク角の検知値と前記小さな所定燃焼割合に対応して設定された目標クランク角値との比較に基づき、前記検知値の方が遅れている場合は点火時期を進め、検知値の方が進んでいる場合には点火時期を遅らせるように、点火時期を制御することを特徴としている。

【0027】このように、複数の所定燃焼割合に到達する各クランク角の内、小さな所定燃焼割合に到達する実際のクランク角を検知し、このクランク角の検知値と小さな所定燃焼割合に対応して設定された目標クランク角値との比較に基づき、検知値の方が遅れている場合は点火時期を進め、検知値の方が進んでいる場合には点火時期を遅らせるように、点火時期をフィードバック制御することによりさらに燃焼をきめ細かく制御でき良好なエンジン特性が得られる。

【0028】請求項11記載の発明のエンジンの制御方法は、負荷あるいはエンジン回転数の内少なくとも一方

に対応して所望の運転状態が得られる燃焼状態を得て、この燃焼状態の時、複数の所定燃焼割合となる各クランク角値を、前記複数の所定クランク角までの複数の目標クランク角値のマップデータとして、負荷あるいはエンジン回転数の内少なくとも一方に対応してメモリに保持する一方、前記複数の所定燃焼割合の内少なくとも2つの所定燃焼割合に到達する少なくとも2つの実際のクランク角を検知し、この少なくとも2つの実際のクランク角の燃焼割合に対する変化の割合を求め、前記複数の所定の目標クランク角の燃焼割合に対する変化の割合である目標割合との比較に基づき、前記検知値による変化の割合の方が目標割合より大きい場合、燃焼速度が遅いと検知し、エンジンへの燃料供給量を増大するか、エンジンの燃焼室における燃焼前の新気に混合される、前燃焼サイクルにおいて形成される既燃焼ガスの一部である再循環排気ガスの量を減少するか、エンジンの燃焼室における燃焼前の新気の筒内流動量を増大するか、圧縮比を増大するか、過給圧を増大するかの一つを実現するように制御することを特徴としている。

【0029】このように、複数の所定燃焼割合の内少なくとも2つの所定燃焼割合に到達する少なくとも2つの実際のクランク角を検知し、複数の所定の目標クランク角の燃焼割合に対する変化の割合である目標割合との比較に基づき、検知値による変化の割合の方が目標割合より大きい場合、燃焼速度が遅いと検知し、エンジンへの燃料供給量を増大するか、エンジンの燃焼室における燃焼前の新気に混合される、前燃焼サイクルにおいて形成される既燃焼ガスの一部である再循環排気ガスの量を減少するか、エンジンの燃焼室における燃焼前の新気の筒内流動量を増大するか、圧縮比を増大するか、過給圧を増大するかの一つを実現するように制御することによりさらに燃焼をきめ細かく制御でき良好なエンジン特性が得られる。

【0030】請求項12記載の発明のエンジンの制御方法は、前記目標燃焼割合、目標クランク角に所定幅を持たせたことを特徴としている。このように、目標燃焼割合、目標クランク角に所定幅を持たせることで、フィードバック制御が実施されない遊び領域を作ることができ、フィードバック制御に伴うハンチングの防止を可能とすることができ運転性が向上する。

【0031】

【発明の実施の形態】以下、この発明のエンジンの制御方法及びその制御装置を図面に基づいて詳細に説明する。

【0032】図1はこの発明が適用される複数気筒の火花点火式4サイクルエンジンの構成図である。このエンジン1はクランクケース2と、その上部のシリンダ本体3とシリンダヘッド4とにより構成される。シリンダ本体3内にはピストン7が連接棒8を介して摺動可能に装着され、連接棒8はクランク軸9に連結されている。ク

ランク軸 9 には所定の歯数を有するリングギヤ 10 が装着され、このリングギヤ 10 の回転位置を検出してクランク角及びエンジン回転数を計測するためのエンジン回転数センサを兼ねるクランク角センサ 11 が備えられている。シリンダヘッド 4 とピストン 7 との間には燃焼室 13 が形成される。この燃焼室 13 内の燃焼圧力を検出するための燃焼室圧センサ 5 がシリンダヘッド 4 側に設けられる。シリンダヘッド 4 及びシリンダ本体 3 の適当な位置に冷却水ジャケット 6 が形成されている。燃焼室 13 には排気通路 15 及び吸気通路 16 が連通し、その開口部に排気弁 17 及び吸気弁 18 がそれぞれ設けられる。排気通路 15 に接続された排気管 22 の途中には排気ガス浄化用三元触媒等の触媒 23 が設けられ、端部にはマフラ 24 が設けられている。排気管 22 には酸素濃度センサ (O<sub>2</sub> センサ) 25 及び排気管温度センサ 120 が設けられ、それぞれ制御装置 12 に連結されている。

【0033】シリンダヘッド 4 には温度センサ 26 が装着され、燃焼室 13 の温度情報が制御装置 12 に送られる。また、触媒 23 には制御装置 12 に連結された触媒温度センサ 150 が設けられる。制御装置 12 にはさらにエンジン 1 のキルスイッチ 43 が接続され、エンジン駆動制御の停止情報を得る。

【0034】一方、吸気通路 16 には吸気管 20 が接続され、吸気管 20 は吸気分配管 28 を介して各気筒に連結される。吸気分配管 28 には吸気管圧力センサ 32 が装着され、吸気管圧力情報が制御装置 12 に送られる。吸気分配管 28 と排気管 22 とを連結して EGR 管 152 が設けられる。EGR 管 152 には制御装置 12 に連結された EGR 調整弁 151 が設けられる。吸気分配管 28 には吸気管 33 を介してエアクリーナ 35 が接続される。エアクリーナ 35 には吸入空気温度センサ 36 が設けられ、吸入空気温度情報が制御装置 12 に送られる。吸気管 33 の途中には吸気量調整器 30 が設けられ、吸気量調整器 30 にはスロットル弁 29 が装着されている。

【0035】スロットル弁 29 にはスロットル開度センサ 31 が設けられ、このスロットル開度センサ 31 は制御装置 12 に連結される。吸気量調整器 30 部分の吸気管 33 にはスロットル弁迂回通路 37 が設けられ、この迂回通路 37 には迂回通路開度調整弁 38 が設けられている。迂回通路開度調整弁 38 は制御装置 12 に連結される。吸気管 33 内には、熱線式吸入空気量センサ 34 が設けられ、吸入空気量情報が制御装置 12 に送られる。

【0036】吸気通路 16 の吸気弁 18 の上流側には、各気筒の吸気ポート毎にインジェクタ 105 が設けられる。インジェクタ 105 は制御装置 12 に連結され、運転状態に応じて演算された最適噴射量の制御信号が送られる。各インジェクタ 105 には各気筒に連結する燃料

管 101a を介して燃料が送られる。燃料管 101a は燃料分配管 104 から分岐し、この燃料分配管 104 には燃料タンク 100 から燃料供給管 101 を通し、さらにフィルタ 102 を介して燃料ポンプ 103 により燃料が送られる。インジェクタ 105 から噴射されなかった燃料は、燃料戻り管 107 を通して燃料タンク 100 に回収される。燃料戻り管 107 にはレギュレータ 106 が設けられ、燃料噴射圧力を一定に保つようになっている。

10 【0037】図 2 はエンジンの各種運転状態の制御を行うメインルーチンのフローチャートである。以下各ステップを説明する。

【0038】ステップ S11: イニシャライズが行なわれ、各フラグ値及び各変数値に初期値がセットされる。

【0039】ステップ S12: 吸入空気温度センサ 36 からの吸入空気温度情報、熱線式吸入空気量センサ 34 からの吸入空気量情報、スロットル開度センサ 31 からのスロットル開度情報、吸気管圧力センサ 32 からの吸気管圧力情報、触媒温度センサ 150 からの触媒温度情報、クランク角センサ 11 からのクランク角情報、温度センサ 26 からの温度情報、排気管温度センサ 120 からの排気管温度情報、燃焼室圧センサ 5 からの燃焼室圧信号、酸素濃度センサ 25 からの酸素濃度情報及び不図示のオイルセンサからのオイル残量情報を取り込み、そのデータをメモリ A (i) に記憶する。エンジン負荷は、アクセル位置あるいはスロットル開度として把握できる。このスロットル開度とエンジン回転数が決れば、定常運転時の場合吸入空気量が決るので吸入空気量を直接検知してエンジン負荷とみなすことができる。また、吸気管負圧はエンジン回転数が決れば、スロットル開度と一定の関係があるので、吸気管負圧を検知してエンジン負荷とみなすことができる。

【0040】ステップ S13: キルスイッチ 43 の ON, OFF、不図示のメインスイッチの ON, OFF 及び不図示のスタータスイッチの ON, OFF 等のスイッチ情報を取り込み、メモリ B (i) に記憶する。キルスイッチ 43 は緊急停止用のスイッチであり、車両用エンジンには備えられないで、例えば小型船舶用エンジンに備えられる。

40 【0041】ステップ S14: 前記ステップ 12 において取り込んだセンサ情報と、前記ステップ 13 で取り込んだスイッチ情報に基づき運転状態の判定し、この運転状態①, ②, ③, ④, ⑤, ⑥に対応してメモリ中の変数 C に対応した値を入力する。

運転状態①・・・スロットル開度が所定値以上、エンジン回転数が所定値以上かつスロットル開度の変化率が所定値以下の中高速回転、中高速負荷かつ急加減速状態でない一定アクセル状態あるいは緩アクセル操作状態の時、MBT (Minimum Advance Ignition for Best Torque) 制御状

態と判定し、変数Cに1をメモリする。

【0042】運転状態②・・・スロットル開度の変化率が所定値以上の場合には、過渡運転状態と判定し、変数Cに2をメモリする。

【0043】運転状態③・・・スロットル開度が所定値以下かつエンジン回転数が所定域、例えば2000rpm～5000rpmの間の場合、希薄燃焼制御状態と判定し、変数Cに3をメモリする。

【0044】運転状態④・・・エンジン回転数が所定限界値以上のオーバーレボ、エンジン温度が所定値以上のオーバーヒート等のエンジン異常状態の時、異常運転状態と判定し、変数Cに4をメモリする。

【0045】運転状態⑤・・・エンジン温度が所定値以下かつスタータスイッチONの時、コールドスタート状態と判定し、変数Cに5をメモリする。

【0046】運転状態⑥・・・メインスイッチOFFあるいはキルスイッチOFFの時、エンジン停止要求状態と判定し、変数Cに6をメモリする。

【0047】また、同一の変数C値で、フラグP=1のまま何回目のメインルーチンにおけるステップS14かをチェックし、所定回Rを越える場合P=0とする。

【0048】

【0049】C=1のときRの値はRc=1

C=2のときRの値はRc=2

C=3のときRの値はRc=3

として変更すると、

Rc=1<Rc=2<Rc=3

となる。

【0050】前回のメインルーチンにおけるC値と今回のC値が異なる場合、P=0とする。

【0051】ステップS15：モード運転実行か否かの判断が行なわれ、変数Cが1～3の場合には、ステップS16に移行し、変数Cが4～6の場合には、ステップS20に移行する。

【0052】ステップS16：フラグPの値に基づき、P=0の場合、メモリ中のマップデータ（図5に相当するもの）により、エンジン回転数及び負荷に応じた目標燃焼割合を求め、その結果をメモリDに入れる。また、基本点火時期、基本燃料噴射開始時期、基本燃料噴射量もメモリ中のそれぞれ図5と同様のマップデータ（エンジン回転数と負荷の関数として与えられる値を図示化したもの）から求め、それぞれメモリE'（1）、E'（2）、E'（3）に入れる。その後、P=1にする。P=1の場合は、何もせずステップS17へ移行する。

【0053】燃焼割合とは燃焼1サイクルで燃焼する燃料に対するあるクランク角度までに燃焼した燃料の割合をいう。この燃焼割合の計算方法について、1つの方法は、燃焼1サイクル中の所定の複数点での燃焼室圧力データを一次近似式により求める方法であり、もう1つはサンプリングした圧力値から熱発生量を熱力学的な式で

計算して所定のクランク角（例えば上死点）までの燃焼割合を求める方法である。両方の方法とも真の値に非常に近い計算結果が得られた。

【0054】この場合、燃焼室圧力のデータは、排気行程の終了後から圧縮行程の初期までの間の第1の期間のクランク角における燃焼室圧力を検出して求める。この場合、排気行程の終了後から圧縮行程の初期までの間のクランク角とは、燃焼室内の圧力が最も低下して大気圧に近づいた状態の範囲内でのクランク角であり、例えば下死点またはその近傍である。即ち、4サイクルエンジンでは、図6に示す様に爆発後の下死点からの排気行程により燃焼室内の燃焼ガスが排出され上死点に近づくに従って燃焼室内の圧力が低下し大気圧に近づく。上死点後の吸入行程では新気導入のため大気圧に近い状態が維持され、吸気行程を経て排気弁17が閉じて開始される下死点後の圧縮行程から徐々に圧力が高められる。このような燃焼室内の圧力が低下して大気圧に近づいた範囲の内1点での燃焼室内の圧力が検出される。図6中クランク角a0はBDCに取っているが、圧縮行程の初期であれば、BDCの後でも良い。勿論BDCの前の吸気工程中のクランク角でも良い。一方、2サイクルエンジンでは、図12に示す様に爆発後ピストンが下がるとともに圧力が低下し排気口が開くとこれに従って燃焼室内の圧力がさらに低下し、掃気口が開くとクランク室から新気が導入されるため大気圧に近づく。排気口が開いた状態で下死点からピストンが上昇し掃気口が閉じ続いて排気口が開くと、圧縮が始り圧力が徐々に高まる。即ち、排気行程の終了後から圧縮行程の初期までの間とは、排気口が開いて排気開始後に排気口が開いた状態で掃気口が開いて吸気が開始されてから、排気口が閉じて圧縮が開始されるまでの間をいう。図12中では、クランク角a0をBDCに取っている。

【0055】圧縮後上死点前あるいは後に火花点火が行われる。（図6、図12中それぞれ矢印とSで表したクランク角において火花点火が開始される。）火花点火が開始されて僅かに遅れて着火し燃焼が開始される。各請求項で言う点火開始とはこの着火燃焼が開始される瞬間のことである。すなわち、圧縮行程開始から着火燃焼開始までの期間である第2の期間のクランク角（図6、図12ともクランク角a1）において燃焼室内の圧力が検知される。この後、点火開始（着火燃焼開始）から爆発燃焼行程中、排気行程の開始されるまでの期間である第3の期間の内の2つのクランク角（図6、図12において例えば、クランク角a2a3、あるいはクランク角a2, a4, あるいはクランク角a3, a4あるいはクランク角2, a5, あるいはクランク角a3a5、あるいはクランク角a4, a5）において燃焼室内の圧力が検知される。この期間の内の2つのクランク角の内一方のクランク角は最高燃焼圧力となるクランク角より前であることが望ましい。また、各請求項で言う4つ以上のク

ランク角例えば5点以上のクランク角において燃焼室内の圧力が検知する場合には、第1あるいは第2の期間の圧力測定クランク角点の数を増加させても良い。また、望ましくは図6、図12の実施例のように、第3の期間内において3つ以上のクランク角において圧力検知しても良い。ディーゼルエンジンでは圧縮後上死点前或いは上死点後燃焼室内への燃料噴射が開始され、少し遅れて自然着火により燃焼が始まる。即ち、ディーゼルエンジンでは各請求項に記載する点火開始とはこの自然着火が開始される瞬間のことを言う。なお燃料噴射開始から自然着火が開始までの着火遅れをエンジン回転数あるいは及び負荷に基づくデータとして予め求め、これを織り込んで第2の期間内の圧力測定クランク角及び第3の期間内の圧力クランク角点をエンジン回転数あるいは及び負荷に基づくデータとしてメモリ中に記憶しておくようにして燃焼室の圧力測定を行う。

【0056】このような第1の期間1点、第2の期間1点、第3の期間2点の合計少なくとも4点のクランク角度における燃焼室圧力を検出しこれを一次近似式より燃焼割合を演算する。この近似式は  
燃焼割合  $q_x = a + b_1 * (P_1 - P_0) + b_2 * (P_2 - P_0) + \dots + b_n * (P_n - P_0)$  で表される。

【0057】上式から分かるように、 $q_x$ は圧力データ  $P_1 \sim P_n$  に対し、各々基準圧力  $P_0$  を引いたものに、 $b_1 \sim b_n$  の定数を掛けたものと予め設定された定数  $a$  を加えたもので表される。

【0058】同様  $P_{mi}$  も圧力データ  $P_1 \sim P_n$  に対し各々基準圧力  $P_0$  を引いたものに  $C_1 \sim C_n$  の予め設定された定数を掛けたものと予め設定された定数を加えたもので表される。

【0059】ここで  $P_0$  は大気圧レベルの点（前述のように例えばBDC近傍のクランク角度）の燃焼室圧力であり、センサのドリフト等によるオフセット電圧を補正するために  $P_1 \sim P_n$  の各圧力値から引いてある。また  $P_1$  は、第1の期間のクランク角  $a_1$  における燃焼圧力、また  $P_2$  は、第2の期間のクランク角  $a_2$  における燃焼室圧力である。 $P_3 \sim P_n$  は第3の期間のクランク角  $a_3 \sim a_n$ （この実施例では  $n=5$ ）である。

【0060】このような簡単な一次近似式による演算により短時間で着火後の所定のクランク角までの燃焼割合が正確に実際の値とほぼ同じ値が算出される。従って、このような燃焼割合を用いてエンジンの点火時期や空燃比を制御することにより、燃焼によるエネルギーを効率よく取り出すことができるとともに、応答性が高められ、希薄燃焼制御やEGR制御を行う場合等に的確に運転状態に追従して出力変動を抑えることができる。また燃焼が急激に進行することによる  $NO_x$  の発生を防止できる。2番目の  $q_x$  算出方法において、2つの圧力測定点（クランク角度）間に発生した熱量は、両圧力測定点

における差圧を  $\Delta P$ 、燃焼室容積差を  $\Delta V$ 、2つの測定点の内の前側の圧力値及び燃焼室容積値を  $P$  及び  $V$ 、 $A$  は熱等量、 $K$  は比熱比、 $R$  は平均ガス定数、 $P_0$  はBDCでの圧力値とすると、熱発生量

$$Q_x = A / (K - 1) * ((K + 1) / 2 * \Delta P * \Delta V + K * (P - P_0) * \Delta V + V * \Delta P)$$

として求めることができる。

【0061】また、所定圧力測定点までの燃焼割合は、燃焼がほぼ終了したときのクランク角を圧力測定点として選定し、点火時に近いクランク角を同様に圧力測定点として選定し、その間の測定された各圧力測定点の間ごとに上記熱発生量  $Q_x$  の演算をしたものを総和したもので、最初の圧力測定点から、所定の圧力測定点（所定のクランク角）までの間について上記  $Q_x$  の演算をしたものを総和したものを割ったものである。

【0062】即ち、燃焼割合  $q_x =$  任意のクランク角度までに燃えた熱量 / 全ての熱量  $\times 100 (\%) = (Q_1 + Q_2 + \dots + Q_x) / (Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n) \times 100$  である。

【0063】以上のような計算方法により、所定の複数のクランク角における燃焼室圧力を計測し、そのデータに基づいて所定クランク角までの燃焼割合を正確に算出することができる。この燃焼割合を用いてエンジンを制御することにより、安定した出力及びエンジン回転が得られる。

【0064】ステップS17：吸入空気温度情報、吸気管負圧情報により燃料噴射のための噴射量の補正演算を行なう。即ち、吸入空気温度が高いと空気密度が低くなるので、実質的空気流量が減る。このため燃焼室での空燃比が低くなる。このため燃料噴射量を減らすための補正量を算出する。

【0065】ステップS18：エンジン負荷、エンジン回転数に応じた基本燃料噴射開始、基本燃料噴射量、基本点火時期はステップS16で求められ  $E'$  (i) に入れている。これを基にステップS17で求めた補正量及びメモリA (i) にメモリされたそれらの情報に応じ、燃料噴射補正量、点火時期補正量を求め、各々基準値に加えて制御量を求める。この制御量は、点火開始時期はメモリE (1) とし、点火期間はメモリE (2) とし、 $P=1$  の時は噴射開始時期、噴射終了時期をF (3)、F (4)、 $P=0$  の時は、噴射開始時期、噴射終了時期をE (3)、E (4) に入れる。

【0066】これを、メモリE (i) に入力する。同様に、メモリA (i) にメモリされた情報に応じてサーボモータ群、ソレノイドバルブ群の制御量を算出し、メモリG (i) に入れる。

【0067】ステップS19：メモリG (i) の制御量に応じ、サーボモータ群、ソレノイドバルブ群等のアクチュエータを駆動制御する。

【0068】ステップS20：エンジン停止要求の判断

を行ない、停止要求の場合にはステップS21に移行し、停止要求でない場合にはステップS22に移行する。

【0069】ステップS21：メモリE(i) i=1~4を0とする停止データのセットを行なう。

【0070】ステップS22：エンジンスタートの判断を行ない、エンジンスタートの場合にはステップS23に移行し、エンジンスタートでない場合にはステップS25に移行する。

【0071】ステップS23：メモリF(i)に始動用の予めメモリに入れてあるデータをセットする。

【0072】ステップS24：始動モータを駆動する。

【0073】ステップS25：メモリF(i)に異常内容に対応したデータをセットする。

【0074】次に、図3の割込みルーチン①について説明する。この割込みルーチン①は、所定角度のクランク信号が入力されると、メインルーチンに割込みで実行される。

【0075】ステップS111：所定クランク角毎に割込みルーチン①が実行されるように、すなわち次のクランク角度における割込みが発生するようにタイマーをセットする。

【0076】ステップS112：割込みが発生したクランク角度の圧力データを取り込みメモリに入れる。

【0077】ステップS113：全てのクランク角の圧力データがメモリに取り込まれたらステップS114に移行する。

【0078】ステップS114：運転状態に応じた制御をするために、識別データを判断し、変数Cが1の場合はステップS115のMBT制御ルーチンの制御を行ない、変数Cが2の場合はステップS116の過渡応答ルーチンの制御を行ない、変数Cが3の場合はステップS117の希薄燃焼制御ルーチンの制御を行なう。

【0079】次に、図4の割込みルーチン②について説明する。この割込みルーチン②は、基準クランク信号が入力されると、メインルーチンに割込みで実行される。

【0080】ステップS121：この割込みルーチン②は、エンジン回転、所定クランク角にて1回実行されるため、周期を計測する。

【0081】ステップS122：エンジン回転数を計算する。

【0082】ステップS123：メモリF(i)、i=1~4の制御データに基づきタイマに点火開始時期、点火終了時期、噴射開始時期、噴射終了時期をセットする。タイマは、セットされたタイミングで点火装置、噴射装置を起動する。

【0083】次に、図2及び図3で説明した目標燃焼割合を算出について詳細に説明する。

【0084】図5はエンジン回転数及び負荷に応じた目標燃焼割合を求めるためのマップの図である。所定ク

ランク角、例えば上死点TDC、上死点TDC-10度、・・・までの燃焼割合が運転条件により求めるもので、負荷(Lx)とエンジン回転数(Rx)によって目標燃焼割合が決定される三次元の構成を示している。所定の運転条件(Lx, Rx)における目標燃焼割合はFMB<sub>o</sub>(Lx, Rx)として求められる。

【0085】図6は4サイクルエンジンの燃焼1サイクルの燃焼室圧力のグラフである。横軸はクランク角度、縦軸は燃焼圧力を示す。クランク角度が図示したa0~a5の6点における燃焼圧力P0~P5を検出してこれらの圧力値に基づいて燃焼割合を算出する。a0は吸入から圧縮に移る下死点位置(BDC)であり、ほぼ大気圧に近い状態である。a1は圧縮開始後で火花点火前、a2はSにおいて火花点火後、上死点(TDC)に達する前のクランク角である。a3~a5の4点は上死点後の爆発行程におけるクランク角である。これら各点の圧力データに基づいて燃焼割合が算出される。なお、火花点火の実施されないディーゼルエンジンの場合には、FIのように、上死点近傍において燃料が噴射される。噴射開始後dのクランク角に相当する時間遅れて自然着火する。自然着火のクランク角がSとなる。点火火花式エンジンにおける点火時期の制御の替わりに本ディーゼルエンジンにおいては、燃料噴射時期の制御が実測燃焼割合あるいは実測クランク角をそれぞれ目標燃焼割合あるいは目標クランク角との差異に基づいて実施される。噴射開始時期が進角・遅角制御され、かつ噴射終了時期は所定の噴射量が確保されるように制御される。

【0086】次に、図2及び図3で説明した燃焼割合を算出に基づく燃焼割合の制御について詳細に説明する。

【0087】図7は燃焼割合を算出に基づく燃焼割合のフィードバック制御を示す図である。所定運転条件(Lx, Rx)の下で、点火タイミングI<sub>g</sub>Tで点火した時、燃焼割合FMBを実測する。即ち、燃焼室圧データを用いて所定クランク角、例えば-5度(上死点前5度)までの燃焼割合を算出して、実測燃焼割合FMB(Lx, Rx)を求める。

【0088】そして、目標燃焼割合FMB<sub>o</sub>(Lx, Rx)と実測燃焼割合FMB(Lx, Rx)との差が0に近づくように点火タイミングI<sub>g</sub>Tを補正する。仮に、目標燃焼割合FMB<sub>o</sub>(Lx, Rx)が実測燃焼割合FMB(Lx, Rx)より小さいと、点火タイミングI<sub>g</sub>TよりΔI<sub>g</sub>T進めて点火する。また、仮に、目標燃焼割合FMB<sub>o</sub>(Lx, Rx)が実測燃焼割合FMB(Lx, Rx)より大きいと、点火タイミングI<sub>g</sub>TよりΔI<sub>g</sub>T遅くして点火する。

【0089】次に、図3の割込みルーチン①におけるMBT制御について説明する。図8はMBT制御ルーチンである。

【0090】ステップS115a：MBT制御の目標燃焼割合は、エンジン負荷とエンジン回転数を変数とする



3次元マップとして記憶されており、目標燃焼割合マップからメインルーチン内ステップS16にて算出されている。

【0091】後述の2サイクルエンジン（図11及び図12）においては、排気通路弁もエンジン負荷とエンジン回転数の2つを変数としてメモリに3次元マップとして記憶されており、エンジン負荷情報とエンジン回転数情報に基づきマップから算出する。また、排気タイミング（圧縮比）可変弁開度は、エンジン回転数を変数としてメモリに2次元マップとして記憶されており、エンジン回転数情報に基づきマップから算出する。

【0092】ステップS115a：図6に示すクランク角度が図示した $a_0 \sim a_5$ の6点における燃焼圧力 $P_0 \sim P_5$ はメモリに格納されており、これらの圧力値に基づいて実測燃焼割合を算出する。

ステップS115b：この実測燃焼割合を算出に基づき燃焼割合の制御を行なう。メモリDの目標燃焼割合値と、ステップS115aにより求められる実測燃焼割合値との比較する。

ステップS115c：ステップS115bでの比較結果から、メモリE(1)の点火開始時期を図7に対応して補正し、メモリF(1)へ入力する。また、メモリE(2)の点火期間に基づいて点火終了時期を求め、メモリF(2)へ入力する。

【0093】そして、図8におけるMBT制御ルーチンの替わりに以下の制御を行なう。即ち、燃焼割合の計算の替わりに所定燃焼割合となるクランク角を計算し、目標クランク角と、圧力より計算される実測クランク角値を比較する。次に、比較結果に基づき、点火時期制御を行なう。目標クランク角より実測クランク角が遅れている時点火時期を早める。また、目標クランク角より計算クランク角が進んでいる時点火時期を遅める。

【0094】目標クランク角は、図9のマップデータにより求める。即ち、図9では横軸に負荷(L)と、縦軸に所定燃焼割合に達すべき目標クランク角CRAとしており、所定燃焼割合、例えば60%、70%、80%等に達すべき目標クランク角 $CRA_0$ ( $R_x$ ,  $L_x$ )が実際のエンジン回転数rpm( $R_x$ )と、実際のエンジン負荷( $L_x$ )の場合には、マップより求められる。

【0095】即ち、図10は燃焼割合のフィードバック制御を示す図である。所定運転条件( $L_x$ ,  $R_x$ )の下で、所定燃焼割合、例えば75%の燃焼割合FMBに達すべき目標クランク角 $CRA_0$ ( $L_x$ ,  $R_x$ )を算出し、圧力データから実測クランク角CRA( $I_g T$ )を求める。

【0096】そして、目標クランク角 $CRA_0$ ( $L_x$ ,  $R_x$ )と実測クランク角CRA( $I_g T$ )との差が0に近づくように点火タイミング $I_g T$ を補正する。仮に、目標クランク角 $CRA_0$ ( $L_x$ ,  $R_x$ )より実測クランク角CRA( $I_g T$ )が進んでいると点火タイミング $I$

$g T$ より $\Delta I_g T$ 遅くして点火する。また、仮に、目標クランク角 $CRA_0$ ( $L_x$ ,  $R_x$ )より実測クランク角CRA( $I_g T$ )が遅れている点火タイミング $I_g T$ より $\Delta I_g T$ 進めて点火する。

【0097】図11はこの発明が適用される2サイクルエンジンの構成図である。図1の4サイクルエンジンと同様に、クランク軸241に接続棒246が連結され、その先端のピストンとシリンダヘッドとの間に燃焼室248が形成される。クランク軸241に装着されたリングギヤのマークを検出して基準信号およびクランク角度を検出するためのエンジン回転数センサ267及びクランク角検出センサ268がクランクケース300に設けられている。また、クランクケース300にはクランク室圧センサ210が設けられている。クランク室301には吸気マニホールドからリード弁228を介して空気が送られる。吸気マニホールドにはスロットル弁204を介してエアクリーナ231から空気が送られる。吸気マニホールドに連通するスロットル弁下流側の吸気通路に吸気皆圧センサ211が装着される。スロットル弁204はスロットルブリー203を介してワイヤ205で連結されたグリップ206により操作される。グリップ206はステアリングハンドル207の端部に装着され、その根元部にアクセル位置センサ202が設けられる。212はスロットル開度センサである。

【0098】シリンダには掃気ポート229が開口し、ピストンの所定位置で掃気通路252を介して燃焼室248とクランク室301とを連通させる。また、シリンダには排気ポート254が開口し、排気通路253が連通する。排気ポート近傍の排気通路壁に排気タイミング可変弁264が装着される。この可変弁264はサーボモータ等からなるアクチュエータ265により駆動され、排気ポートの開口部位置を変更し排気のタイミングが調整される。この排気通路253を構成する排気管には排気管圧センサ213及び排気管温度センサ223が設けられる。また、排気通路には排気通路弁281が備り、サーボモータ等からなるアクチュエータ282により駆動される。排気通路弁281は、低速域で絞られ吹き抜けを防止して回転の安定性を図るものである。

【0099】シリンダヘッドにはノックセンサ201が取付けられ、また燃焼室内に臨んで点火プラグ及び燃焼室圧力センサ200が装着される。点火プラグは点火制御装置256に連結される。また、シリンダ側壁にはインジェクタ208が装着される。インジェクタ208には燃料デリバリ管209を介して燃料が送られる。

【0100】また、シリンダブロックにはシリンダボアの排気ポート開口部よりシリンダヘッド寄りの部分及び排気ポートの途中部分に連通孔278により連通する燃焼ガス室279が形成されている。この連通孔は、爆発行程において吹き抜けガスをほとんど含まない燃焼ガスが上記燃焼ガス室に導入されるように設定されている。

この燃焼ガス室内には燃焼ガス中の酸素濃度を検出する O<sub>2</sub> センサ 277 が取付けられている。なお、燃焼ガス室への導入部、排気ポートへの排出部には不図示の逆止弁が配置され、それぞれ逆方向の流れを阻止する。

【0101】このようなエンジンは CPU 271 を有する制御装置 257 により駆動制御される。この制御装置 257 の入力側には、前述の燃焼室圧力センサ 200、ノックセンサ 201、アクセル位置センサ 202、クランク室圧センサ 210、吸気管圧センサ 211、スロットル開度センサ 212、排気管圧センサ 213、クランク角検出センサ 258、エンジン回転数センサ 267 及び O<sub>2</sub> センサ 277 が接続される。また、制御装置 257 の出力側には、インジェクタ 208、排気タイミング調整弁用のアクチュエータ 265、排気弁用のアクチュエータ 282 が接続される。

【0102】図 12 は前記 2 サイクルエンジンの燃焼割合計測のための燃焼圧データ検出点を示すための、前述の 4 サイクルエンジンと図 6 と同様の、燃焼室圧力のグラフである。前述のように、6 点のクランク角度において燃焼室圧力データがサンプリングされる。図中 A の範囲内は排気ポートが開口しているクランク角領域であり、B の範囲内は掃気ポートが開口しているクランク角領域である。各クランク角度 (a0 ~ a5) の採り方及び計算方法は前述の 4 サイクルエンジンと実質上同じであり、図 3 の割込みルーチン①のステップ S113 で、クランク角度が図示した a0 ~ a5 の 6 点における燃焼圧力 P0 ~ P5 を検出してこれらの圧力値に基づいて燃焼割合を算出する。この発明の各実施例は気化器により燃焼を供給するものでも採用可能である。

【0103】次に、点火時期をフィードバック制御することによりさらに燃焼をきめ細かく制御して良好なエンジン特性を得る実施の形態 (1) ~ (7) について説明する。

#### 【0104】実施の形態 (1)

図 13 は他の実施の形態の MBT 制御ルーチンである。この実施の形態では、図 8 の制御と同様に構成されるが、負荷あるいはエンジン回転数の内少なくとも一方に対応して高出力あるいは最良トルク、良好な始動性、良好な加速性、良好な燃費あるいはさらに清浄な排気ガスが得られる燃焼状態を得て、この燃焼状態の時、複数の所定クランク角における各燃焼割合値を得る (ステップ S215a)。そして、この各燃焼割合値を、複数の所定クランク角までの複数の目標燃焼割合値のマップデータとして、負荷あるいはエンジン回転数の内少なくとも一方に対応してメモリに保持する一方、複数の所定クランク角の内、早期の所定クランク角までの実際の燃焼割合を検知し、この燃焼割合の検知値と早期の所定クランク角までの目標燃焼割合値との比較を行う (ステップ S215b)。この比較に基づき、検知値の方が小さい時点火時期を進め、検知値の方が大なる時点火時期を遅ら

せるように、点火時期を制御する (ステップ S215c)。

【0105】即ち、運転状態に応じた燃焼割合データとして、図 14 乃至図 16 に示すように、複数のクランク角における目標燃焼割合データを持たせる。例えば、燃焼初期の所定クランク角 (TDC・CRA1) の目標燃焼割合 FMB01 と、燃焼後期の所定クランク角 (CRA2) の目標燃焼割合 FMB02 を持たせる。所定クランク角 CRA1 の実測燃焼割合 FMB1 が目標燃焼割合 FMB01 より大きければ、着火時期が早いとして、火花点火機関では点火時期を遅らせ、ディーゼルエンジンでは噴射開始時期を遅らせる。

【0106】逆に実測燃焼割合 FMB1 が目標燃焼割合 FMB01 より小さければ、点火時期を早めあるいは噴射開始時期を進める。

#### 【0107】実施の形態 (2)

図 17 は他の実施の形態の MBT 制御ルーチンである。この実施の形態では、負荷あるいはエンジン回転数の内少なくとも一方に対応して高出力あるいは最良トルク、良好な始動性、良好な加速性、良好な燃費あるいはさらに清浄な排気ガスが得られる燃焼状態を得て、この燃焼状態の時、複数の所定燃焼割合となる各クランク角値を得る (ステップ S315a)。この各クランク角値を、複数の所定クランク角までの複数の目標クランク角値のマップデータとして、負荷あるいはエンジン回転数の内少なくとも一方に対応してメモリに保持する一方、複数の所定燃焼割合に到達する各クランク角の内、小さな所定燃焼割合に到達する実際のクランク角を検知し、このクランク角の検知値と小さな所定燃焼割合に対応して設定された目標クランク角値との比較を行う (ステップ S315b)。この比較に基づき、検知値の方が遅れている場合は点火時期を進め、検知値の方が進んでいる場合には点火時期を遅らせるように、点火時期を制御する (ステップ S315c)。

【0108】即ち、運転状態に応じた所定燃焼割合となる目標クランク角データとして、図 18 乃至図 20 に示すように、複数の所定燃焼割合における目標クランク角データを持たせる。例えば、燃焼初期の所定燃焼割合 (例えば 20%) FMB1 となる目標クランク角 CRA01 と、燃焼初期の所定燃焼割合 (例えば 75%) FMB2 となる目標クランク角 CRA02 を持たせる。所定燃焼割合 FMB1 の実測クランク角 CRA1 が目標クランク角 CRA01 より早ければ、着火時期が早いとして、火花点火機関では点火時期を遅らせ、ディーゼルエンジンでは噴射開始時期を遅らせる。逆に実測燃焼割合 CRA1 が目標クランク角 CRA01 より遅ければ、点火時期を進めあるいは噴射開始時期を進める。

【0109】さらに、運転状態に応じて、例えば、燃焼初期の所定クランク角 (TDC・CRA1) の目標燃焼割合 FMB01 と、燃焼後期の所定クランク角 (CR

A2)の目標燃焼割合FMB02を持たせるものにおいて、所定クランク角CRA1における実測燃焼割合FMB1と所定クランク角CRA2における実測燃焼割合FMB2との比較により燃焼速度を求め、

$$(FMB2 - FMB1) / (CRA2 - CRA1)$$

目標燃焼割合から求められる目標燃焼速度

$$(FMB02 - FMB01) / (CR2 - CRA1)$$

との比較により、燃焼速度が目標とするものより遅いと判定した場合、①燃料供給量の増量、②EGR量の低減、③筒内流動の強化、④圧縮比の増加、⑤過給圧の上昇のいずれかが、あるいは組み合わせて実施される。

【0110】燃料供給量の増量、例えば、燃料噴射式エンジンにおいては、噴射時間の増大により、可変メインジェット付き気化器を搭載するエンジンにおいては、メインジェットの絞り面積を増大することにより実施される。

【0111】EGRの低減は、例えば、排気通路と吸気通路を結ぶバイパス路を設け、途中に開閉弁(EGR制御弁)を配置し、開度を小さくしてEGR量を減少するようにする。また、4サイクルエンジンにおいて、排気弁の開弁のタイミングを可変とする機構(駆動カムのカム軸に対する位相を可変とするもの、カムとタペットの間に長さ可変制御のスペーサを配置するもの等有り)を配置し、排気弁の開弁のタイミングを早め、既燃焼ガスの排気通路からの逆流を減少させる。

【0112】筒内流動の増大は、2サイクルエンジンでは、クランク室容積を可変とし、1次圧縮比を可変とするものがある。クランク室容積を減少し、1次圧縮比を増加すれば掃気流速が増大し、筒内流動が強化される。また、排気通路に排気制御弁を設け、排気抵抗を制御することにより、掃気流の速度に影響を与えるものがあり、排気制御弁の開度を大きくすると掃気流速が大きくなり、筒内流動が強化される。

【0113】筒内流動の増大は、4サイクルエンジンでは、吸気弁近傍上流の吸気通路に絞り弁を設け、絞り弁開度を小さくすることにより吸気流速を増大し、筒内流動が強化される。また、排気弁開状態且つ吸気弁開状態となるオーバーラップ期間を制御し、オーバーラップ期間を標準より長めとすることにより、排気慣性により排気弁近傍に発生する負圧を吸気弁を介して吸気通路に作用させ、吸気流速を増大し、筒内流動が強化される。

【0114】圧縮比の増加は、燃焼室を形成するシリンダヘッド壁の一部を可動ピストンで構成し、この可動ピストンを燃焼室内に移動させることにより実施される。また、シリンダ壁に圧逃げ孔を設け、この圧逃げ孔の下流通路に開閉制御弁を設けて開度を絞って実施される。なお、この弁の開度を開くと圧縮比が下げる。

【0115】過給圧の増加は、吸気通路入口部に設けられる過給機の回転数を上昇させる等により実施される。

【0116】一方、燃焼速度が目標とするものより早いと判定した場合、①燃料供給量の減少、②EGR量の増加、③筒内流動の低減、④圧縮比の低減、⑤過給圧の低減のいずれかが、あるいは組み合わせて実施される。

【0117】実施の形態(3)

なおさらに、運転状態に応じて、例えば、燃焼初期の所定クランク角(TDC・CRA1)の目標燃焼割合FMB01と、燃焼後期の所定クランク角(CRA2)の目標燃焼割合FMB02を持たせるものにおいて、所定クランク角CRA1における実測燃焼割合FMB1と目標燃焼割合FMB01の比較結果・・NO.1と、所定クランク角CRA2における実測燃焼割合FMB2と目標燃焼割合FMB02の比較結果・・NO.2とに基づき図14乃至図16に示す1~9の9の燃焼パターンに応じ、表1のように制御する。

【0118】

【表1】

25

26

パターン	比較結果		制御	
	クランク角 CRA1	クランク角 CRA2	着火時期	燃焼速度
1	La	La	-	- or 0
2	La	Eq	-	+
3	La	Sm	-	++
4	Eq	La	0	-
5	Eq	Eq	0	0
6	Eq	Sm	0	+
7	Sm	La	+	--
8	Sm	Eq	+	-
9	Sm	Sm	+	+ or 0

【0119】La：燃焼割合が目標値より大

Eg：燃焼割合が目標値と等しい

Sm：燃焼割合が目標値より小

＋：燃料供給量の増量、EGR量の低減、筒内流動の強化、圧縮比の増加、過給圧の上昇

0：現状維持

－：燃料供給量の減少、EGR量の増加、筒内流動の低減、圧縮比の低減、過給圧の低減

即ち、エンジンは運転状態において望ましい燃焼割合曲線というものがある。クランク角と関連を有する燃焼割合曲線は、デジタル値でクランク角と燃焼割合の2つの大きさを持つ複数の点で表すことができる。この実施の形態において、少なくとも2期間の点が、エンジンの負荷あるいはさらにエンジン回転数に関連して記憶される。あらゆるエンジンの負荷及びエンジン回転数をカバーするためには少なくとも2期間の点を含むセット数が多くなければならない。

【0120】エンジンは、1つのエンジンの負荷及びエンジン回転数且つ、始動中、過渡中等の運転状態に対応して予め求められた燃焼割合の理想曲線と比較するために、制御ユニットは、記憶されているクランク角と目標燃焼割合のデータと同じクランク角における実際の燃焼割合をサンプリングされた圧力値に基づき計算したり、記憶されている燃焼割合と目標クランク角のデータと同じ燃焼燃焼でクランク角をサンプリングされた圧力値に基づき計算する。

【0121】もし、予め与えられる複数のクランク角の中で最も先行するクランク角までに燃焼した実際の燃焼割合が、同じクランク角に対応して記憶された目標燃焼割合よりも小さいなら、点火されたエンジンにおいて点火時期は早められ、またディーゼルエンジンにおいてはインジェクタの燃料噴射開始時期が早められる。これ

は、初期のクランク角において、燃焼割合が燃焼速度よりもむしろ燃焼開始時期に影響されるからである。もし、同じクランク角における実際の燃焼割合が目標値よりも大きいならば、各タイミングが遅らされる。

【0122】また、もし予め複数の燃焼割合に到達するそれぞれの目標クランク角を記憶している場合において、最小の燃焼割合に対応する目標クランク角に対し、実際のクランク角が遅れるなら、点火時期は早められ、またディーゼルエンジンにおいてはインジェクタの燃料噴射開始時期が早められる。もし、同じクランク角における実際の燃焼割合が目標値よりも大きいならば、各タイミングは遅らされる。

【0123】2つのクランク角に対応する燃焼割合の変化を、2つのクランクの差で除したクランク角に対する燃焼割合の変化率を算出する。もし実際の燃焼における変化率が目標データから求められる目標変化率より小さいならば、実際の燃焼速度は理想燃焼速度よりも小さいと判断する。

【0124】この表1で燃焼速度を速めるには、前記実施の形態(2)に具体的に記載したように①燃料供給量の増量、②EGR量の低減、③筒内流動の強化、④圧縮比の増加、⑤過給圧の上昇のいずれかが、あるいは組み合わせられて実施される。

【0125】また、この表1で燃焼速度を遅らせるには、前記実施の形態(2)に具体的に記載したように①燃料供給量の減少、②EGR量の増加、③筒内流動の低減、④圧縮比の低減、⑤過給圧の低減のいずれかが、あるいは組み合わせられて実施される。

【0126】即ち、もし、コンピュータが表1のようにさらに2期間の1セットを持つなら、コンピュータは燃焼開始タイミング(ガソリンエンジンの点火タイミング)もしくはディーゼルエンジンの噴射開始タイミング)又

は燃焼速度を制御するために、実際の2回の燃焼割合を比較、あるいは進んだクランク角のときと遅れたクランク角のときの燃焼割合を比較する。

【0127】この制御と実際の燃焼の結果は理想もしくはは目標になっている燃焼に近い。その理想の燃焼において、エンジンは各エンジン運転状態で高性能、安定したアイドル、エンジン開始が容易、急速な加速、安定した減速、非常時でもノッキングのない安定した燃焼を行うことができる。

【0128】表1の燃焼パターンについては図14～図16に示す。1～3の燃焼パターンは早いタイミングで開始されている。1の燃焼パターンは高い燃焼速度であり、3の燃焼パターンはこの3つの燃焼パターンの中で最も低い燃焼速度である。

【0129】5の燃焼パターンのが理想である。4の燃焼パターンは適切な燃焼開始タイミングであるが、目標よりも燃焼速度が高い。6の燃焼パターンもまた、適切な燃焼開始タイミングであるが、目標よりも燃焼速度が遅い。7～9の燃焼パターンは遅いタイミングで開始されている。7と8の燃焼パターンは目標よりも燃焼速度が高い。

【0130】9の燃焼パターンは次のステップで正確に知ることができる。まず、初めの方のクランク角CRA181での実際の燃焼割合は目標で一致するように制御されている。燃焼開始タイミングを制御した後、燃焼パターンは4～6の燃焼パターンのいずれかになる。従って、コンピュータは上記の装置を制御するためにその燃焼速度を知ることができる。

【0131】7の燃焼パターンに関しては、燃焼速度が明らかに高いため、最初に燃焼速度制御が為される。従って、実際の燃焼割合は、値を目標の範囲内もしくは範囲外の目標の低い極限点に近づけるように変えられる。燃焼速度の制御後、燃焼開始タイミング促進に対する制

御がなされる。

【0132】3の燃焼パターンに関しては、コンピュータは又最初に燃焼スピード増加制御を開始し、その後燃焼開始タイミングを遅らす制御がなされる。

【0133】燃焼開始タイミングを制御することは、他の装置を制御するよりも燃焼割合に関連のあるクランク角を変化させるのにより効果がある。そのため、先ず最初にすべての燃焼パターンにおいてコンピュータがガソリンエンジンの点火タイミング、ディーゼルエンジンにおける噴射開始時期の制御により着火タイミングを制御し、その後他の装置を制御する。これらの制御は交互になされるため、実際の燃焼割合曲線は目標曲線にすぐに近づく。

【0134】上記に記したとおり、目標は範囲として与えられ、範囲を持つコンピュータは点目標を持つ場合より少なくとも1つ余分のデータを持たなければならないが、この無応答の遊びを持つためコンピュータは燃焼開始タイミングや燃焼速度制御装置を絶えず変化させる必要がないため、ドライバーを不快にさせる不安定な運転状態になることが防止される。

【0135】実施の形態(4)

なおさらに、運転状態に応じて、例えば、燃焼初期の所定燃焼割合(FMB1)となる目標クランク角CRA01と、燃焼後期の所定燃焼割合(FMB2)となる目標クランク角CRA02を持たせるものにおいて、所定燃焼割合(FMB1)となる実測クランク角CRA1と目標クランク角CRA01との比較結果・・NO. 3と、所定燃焼割合(FMB2)となる実測クランク角CRA2と目標クランク角CRA02との比較結果・・NO. 4とに基づき図18乃至図20に示す11～19の9の燃焼パターンに応じ、表2のように制御する。

【0136】

【表2】

29

30

パターン	比較結果		制御	
	燃焼割合 FMB1	燃焼割合 FMB2	着火時期	燃焼速度
11	Ad	Ad	-	- or 0
12	Ad	Eq	-	+
13	Ad	De	-	++
14	Eq	Ad	0	-
15	Eq	Eq	0	0
16	Eq	De	0	+
17	De	Ad	+	--
18	De	Eq	+	-
19	De	De	+	+ or 0

【0137】Ad：クランク角が目標値より大

Eg：クランク角が目標値と等しい

De：クランク角が目標値より小

＋：燃料供給量の増量、EGR量の低減、筒内流動の強化、圧縮比の増加、過給圧の上昇

0：現状維持

－：燃料供給量の減少、EGR量の増加、筒内流動の低減、圧縮比の低減、過給圧の低減

この表1で燃焼速度を速めるには、前記実施の形態

(2)に具体的に記載したように①燃料供給量の増量、②EGR量の低減、③筒内流動の強化、④圧縮比の増加、⑤過給圧の上昇のいずれかが、あるいは組み合わせて実施される。

【0138】また、この表1で燃焼速度を遅らせるには、前記実施の形態(2)に具体的に記載したように①燃料供給量の減少、②EGR量の増加、③筒内流動の低減、④圧縮比の低減、⑤過給圧の低減のいずれかが、あるいは組み合わせて実施される。

【0139】実施の形態(5)

また、運転状態により、特願平7-292255号に開示した少なくとも負荷に応じた燃料供給量の初期値であって、その燃料をエンジンに供給する時、希薄混合気が燃焼室内に形成されるように設定した燃料供給量の初期値とのデータを持ち、所定クランク角における燃焼割合を、負荷或いはエンジン回転数の内少なくとも一方に対応した目標燃焼割合のマップデータとしてメモリに保持するか、所定燃焼割合に到達するクランク角を、負荷或いはエンジン回転数の内少なくとも一方に対応した目標クランク角のマップデータとしてメモリに保持するか、この所定クランク角までの実際の燃焼割合を検知し、この検知燃焼割合と目標燃焼割合との比較に基づき、検知燃焼割合の方が小なる時燃料供給量を増加し、

20

検知燃焼割合の方が大なる時燃料供給量を減少するか、あるいはこの所定燃焼割合に到達する実際のクランク角を検知し、この検知クランク角と目標クランク角との比較に基づき、目標クランク角の方が進んでいる時燃料供給量を増加し、検知値クランク角の方が進んでいる時燃料供給量を減少するかのいずれかの燃料供給量制御を実施する希薄燃焼制御が実施される場合、即ち超リーンで運転される場合には、実施の形態(1)～(3)のいずれかの制御が実施されるが、この制御で燃焼速度を速めるための方法として、EGR量の制御は実施せず、前記実施の形態(2)に具体的に記載したように①燃料供給量の増量、③筒内流動の強化、④圧縮比の増加、⑤過給圧の上昇のいずれかが、あるいは組み合わせて実施される。

30

【0140】例えば、超リーンで運転されている場合には、燃料供給量及び筒内流動強化弁が選択される。一方強いERGのもとで運転されている場合は、EGRバルブや吸排気バルブ(オーバーラップ)などが選択される。

【0141】実施の形態(6)

また、実施の形態(3)、(4)の制御方法において、着火時期及び燃焼速度の制御の内どちらを優先させるかについては以下の通りとなる。

【0142】即ち、着火時期(ガソリンの点火時期、ディーゼルの噴射開始時期)の方が、クランク角と燃焼割合の関係において、より即効的に影響するため、着火時期のフィードバック制御を先に実施し、その後燃焼速度に関する制御を行う。また、操作によるレスポンスの違いによるフィードバック速度、頻度を最適化し良好な燃焼を得ることができる。

50

【0143】あるいは、例えば過渡応答の場合(加速時)には、空燃比(A/F)のずれによる燃焼速度の変

化がレスポンスの悪化を招く。そこで、過渡状態後すぐさま（非同期に）増量燃料が投入される。しかし、吸気管噴射エンジンなどシリンダまでのボリュームが大きい場合は、燃料制御の影響に遅れを生ずるため点火時期による着火時期操作をまず優先させ、その後燃料増量の影響が出始めたら燃料供給量の操作による燃焼速度の制御を優先させる。このように、運転状態により操作の優先順位を設ける。さらに、着火時期のフィードバック制御、燃焼速度に関する制御を交互に実施すると良い。

#### 【0144】実施の形態（7）

また、実施の形態（3）、（4）の制御方法において、目標燃焼割合、目標クランク角に所定幅を持たせ、フィードバック制御が点で作動しないようにしている。この場合目標燃焼割合、目標クランク角に所定幅を持たせるため、メモリに倍の記憶容量が必要になるが、これにより、フィードバック制御が実施されない遊び領域を作ることができ、フィードバック制御に伴うハンチングの防止を可能とすることができ運転性が向上する。

【0145】以上のように1つあるいは複数のクランク角に対応する1つあるいは複数の目標燃焼割合データ、あるいは1つあるいは複数の燃焼割合に対応する1つあるいは複数の目標クランク角データを運転状態（最大出力運転、最高トルク運転、始動運転、加速運転、減速運転、低燃費運転あるいはエミッション運転等）毎に、負荷あるいはエンジン回転数に対応してメモリに記憶し、運転状態毎にフィードバック制御することによりエンジン性能を向上することができる。

#### 【0146】

【発明の効果】前記したように、請求項1記載の発明では、所定クランク角までの実際の燃焼割合を検知し、この燃焼割合の検知値と目標燃焼割合値との比較に基づき、検知値の方が小なる時点火時期を進め、検知値の方が大なる時点火時期を遅らせるように、点火時期を制御するから、広範囲な運転域において、その運転域、例えばそのエンジン回転数、負荷における最良トルク、最高出力、良好な燃費、清浄な排気ガス特性、良好な過渡応答性等が得られる最少進角の点火時期を把握し、その点火時期で点火するようにフィードバック制御することができる。

【0147】請求項2記載の発明では、所定クランク角までの実際の燃焼割合を、燃焼圧力データに基づき適切に算出することができる。

【0148】請求項3記載の発明では、所定燃焼割合値に達する実際のクランク角を検知し、このクランク角の検知値と目標クランク角値との比較に基づき、検知値の方が遅れたクランク角となる場合、点火時期を進め、検知値の方が進んだクランク角となる場合点火時期を遅らせるように点火時期を制御するから、広範囲な運転域において、その運転域、例えばそのエンジン回転数、負荷における最良トルク、最高出力、良好な燃費、清浄な排

気ガス特性、良好な過渡応答性等が得られる最少進角の点火時期を把握し、その点火時期で点火するようにフィードバック制御することができる。

【0149】請求項4記載の発明では、所定燃焼割合値に達する実際のクランク角を、燃焼圧力データに基づき適切に算出することができる。

【0150】請求項5記載の発明では、所定クランク角までの実際の燃焼割合を、燃焼圧力データに基づき適切に算出し、燃焼割合の検知値と目標燃焼割合値との比較に基づき、検知値の方が小なる時点火時期を進め、検知値の方が大なる時点火時期を遅らせるように、点火時期を制御し、また所定燃焼割合値に達する実際のクランク角を、燃焼圧力データに基づき適切に算出し、クランク角の検知値と目標クランク角値との比較に基づき、検知値の方が遅れたクランク角となる場合、点火時期を進め、検知値の方が進んだクランク角となる場合点火時期を遅らせるように点火時期を制御することができる。

【0151】請求項6記載の発明では、ディーゼルエンジンにおいて、所定クランク角までの実際の燃焼割合を検知し、この燃焼割合の検知値と目標燃焼割合値との比較に基づき、検知値の方が小なる時燃料噴射開始時期を進め、検知値の方が大なる時燃料噴射開始時期を遅らせるように、燃料噴射開始時期を制御するから、広範囲な運転域において、その運転域、例えばそのエンジン回転数、負荷における高トルク、最高出力、良好な燃費、清浄な排気ガス特性、良好な過渡応答性等が得られる燃料噴射開始時期を把握し、その燃料噴射開始時期で燃料噴射するようにフィードバック制御することができる。

【0152】請求項7記載の発明では、ディーゼルエンジンにおいて、所定燃焼割合値に達する実際のクランク角を検知し、このクランク角の検知値と目標クランク角値との比較に基づき、検知値の方がおくれたクランク角となる場合、燃料噴射時期を進め、検知値の方が進んだクランク角となる場合燃料噴射時期を遅らせるように、燃料噴射時期を制御するから、広範囲な運転域において、その運転域、例えばそのエンジン回転数、負荷における高トルク最高出力、良好な燃費、清浄な排気ガス特性、良好な過渡応答性等が得られる燃料噴射時期を把握し、その燃料噴射時期で燃料噴射するようにフィードバック制御することができる。

【0153】請求項8記載の発明では、複数の所定クランク角の内、早期の所定クランク角までの実際の燃焼割合を検知し、この燃焼割合の検知値と早期の所定クランク角までの目標燃焼割合値との比較に基づき、検知値の方が小さい時点火時期を進め、検知値の方が大なる時点火時期を遅らせるように、点火時期をフィードバック制御することによりさらに燃焼をきめ細かく制御でき良好なエンジン特性が得られる。

【0154】請求項9記載の発明では、複数の所定クランク角の内少なくとも2つの所定クランク角までの少な

くとも2つの実際の燃焼割合を検知し、複数の所定の目標燃焼割合のクランク角に対する変化の割合である目標割合との比較に基づき、検知値による変化の割合の方が目標割合より小さい場合、燃焼速度が遅いと検知し、エンジンへの燃料供給量を増大するか、エンジンの燃焼室における燃焼前の新気に混合される、前燃焼サイクルにおいて形成される既燃焼ガスの一部である再循環排気ガスの量を減少するか、エンジンの燃焼室における燃焼前の新気の筒内流動量を増大するか、圧縮比を増大するか、過給圧を増大するか、のいずれか一つを実現するように制御することによりさらに燃焼をきめ細かく制御でき良好なエンジン特性が得られる。

【0155】請求項10記載の発明では、複数の所定燃焼割合に到達する各クランク角の内、小さな所定燃焼割合に到達する実際のクランク角を検知し、このクランク角の検知値と小さな所定燃焼割合に対応して設定された目標クランク角値との比較に基づき、検知値の方が遅れている場合は点火時期を進め、検知値の方が進んでいる場合には点火時期を遅らせるように、点火時期をフィードバック制御することによりさらに燃焼をきめ細かく制御でき良好なエンジン特性が得られる。

【0156】請求項11記載の発明では、複数の所定燃焼割合の内少なくとも2つの所定燃焼割合に到達する少なくとも2つの実際のクランク角を検知し、複数の所定の目標クランク角の燃焼割合に対する変化の割合である目標割合との比較に基づき、検知値による変化の割合の方が目標割合より大きい場合、燃焼速度が遅いと検知し、エンジンへの燃料供給量を増大するか、エンジンの燃焼室における燃焼前の新気に混合される、前燃焼サイクルにおいて形成される既燃焼ガスの一部である再循環排気ガスの量を減少するか、エンジンの燃焼室における燃焼前の新気の筒内流動量を増大するか、圧縮比を増大するか、過給圧を増大するか、の少なくとも一つを実現するように制御することによりさらに燃焼をきめ細かく制御でき良好なエンジン特性が得られる。

【0157】請求項12記載の発明では、目標燃焼割合、目標クランク角に所定幅を持たせることで、フィードバック制御が実施されない遊び領域を作ることができ、フィードバック制御に伴うハンチングの防止を可能とすることができ運転性が向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明が適用される複数気筒の火花点火式4サイクルエンジンの構成図である。

【図2】エンジンの各種運転状態の制御を行うメインルーチンのフローチャートである。

【図3】割込みルーチン①を示す図である。

【図4】割込みルーチン②を示す図である。

【図5】エンジン回転数及び負荷に応じた目標燃焼割合

を求めるためのマップの図である。

【図6】4サイクルエンジンの燃焼1サイクルの燃焼室圧力のグラフである。

【図7】燃焼割合を算出に基づく燃焼割合のフィードバック制御を示す図である。

【図8】MBT制御ルーチンである。

【図9】エンジン回転数及び負荷に応じた目標燃焼割合を求めるためのマップの図である。

【図10】燃焼割合を算出に基づく燃焼割合のフィードバック制御を示す図である。

【図11】この発明が適用される2サイクルエンジンの構成図である。

【図12】2サイクルエンジンの軸トルク計測のための燃焼圧データ検出点を示すための、前述の4サイクルエンジンの図6と同様の、燃焼室圧力のグラフである。

【図13】他の実施の形態のMBT制御ルーチンである。

【図14】複数のクランク角における目標燃焼割合データを持たせる実施の形態を説明する図である。

【図15】複数のクランク角における目標燃焼割合データを持たせる実施の形態を説明する図である。

【図16】複数のクランク角における目標燃焼割合データを持たせる実施の形態を説明する図である。

【図17】他の実施の形態のMBT制御ルーチンである。

【図18】複数の所定燃焼割合における目標クランク角データを持たせる実施の形態を説明する図である。

【図19】複数の所定燃焼割合における目標クランク角データを持たせる実施の形態を説明する図である。

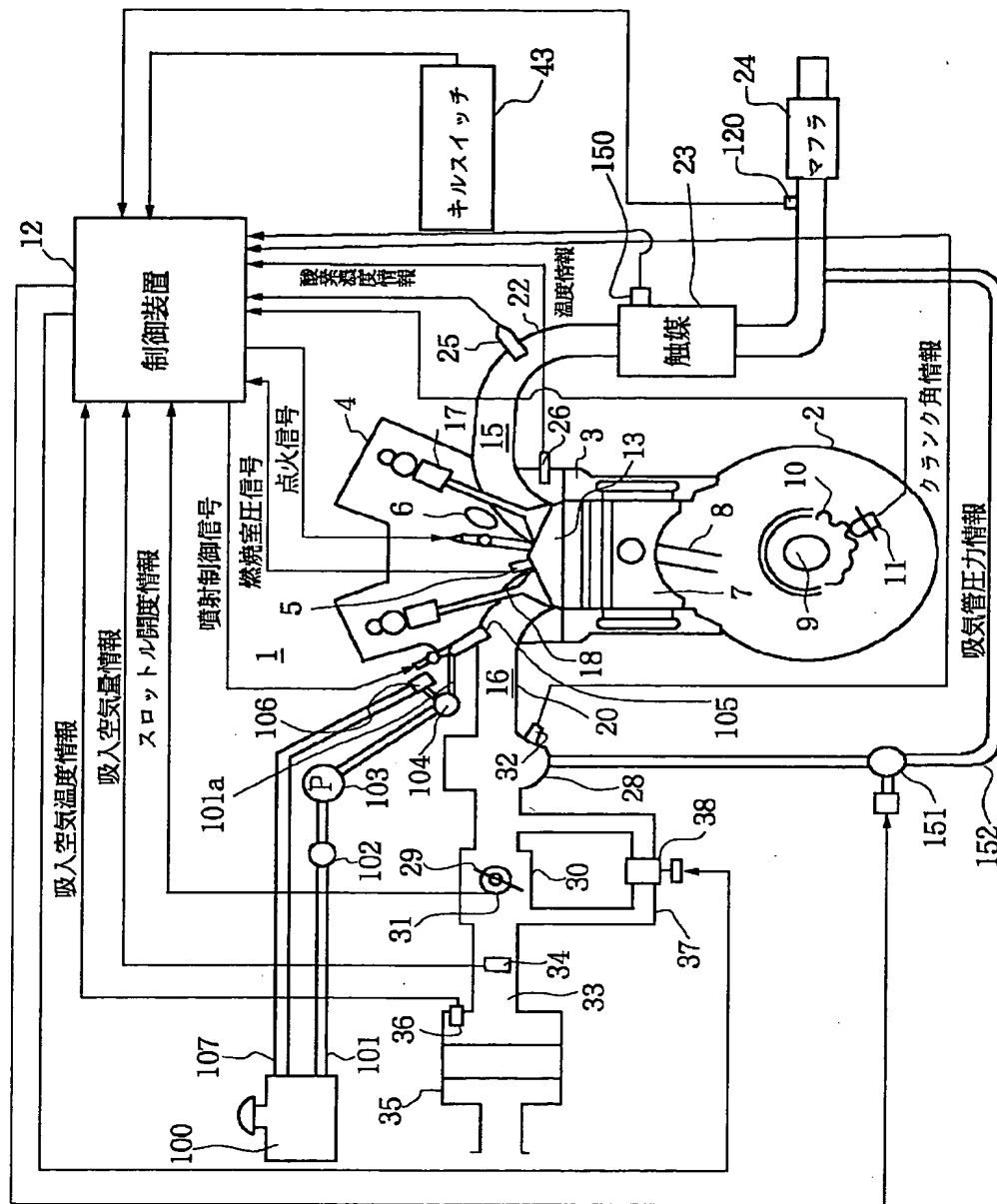
【図20】複数の所定燃焼割合における目標クランク角データを持たせる実施の形態を説明する図である。

【符号の説明】

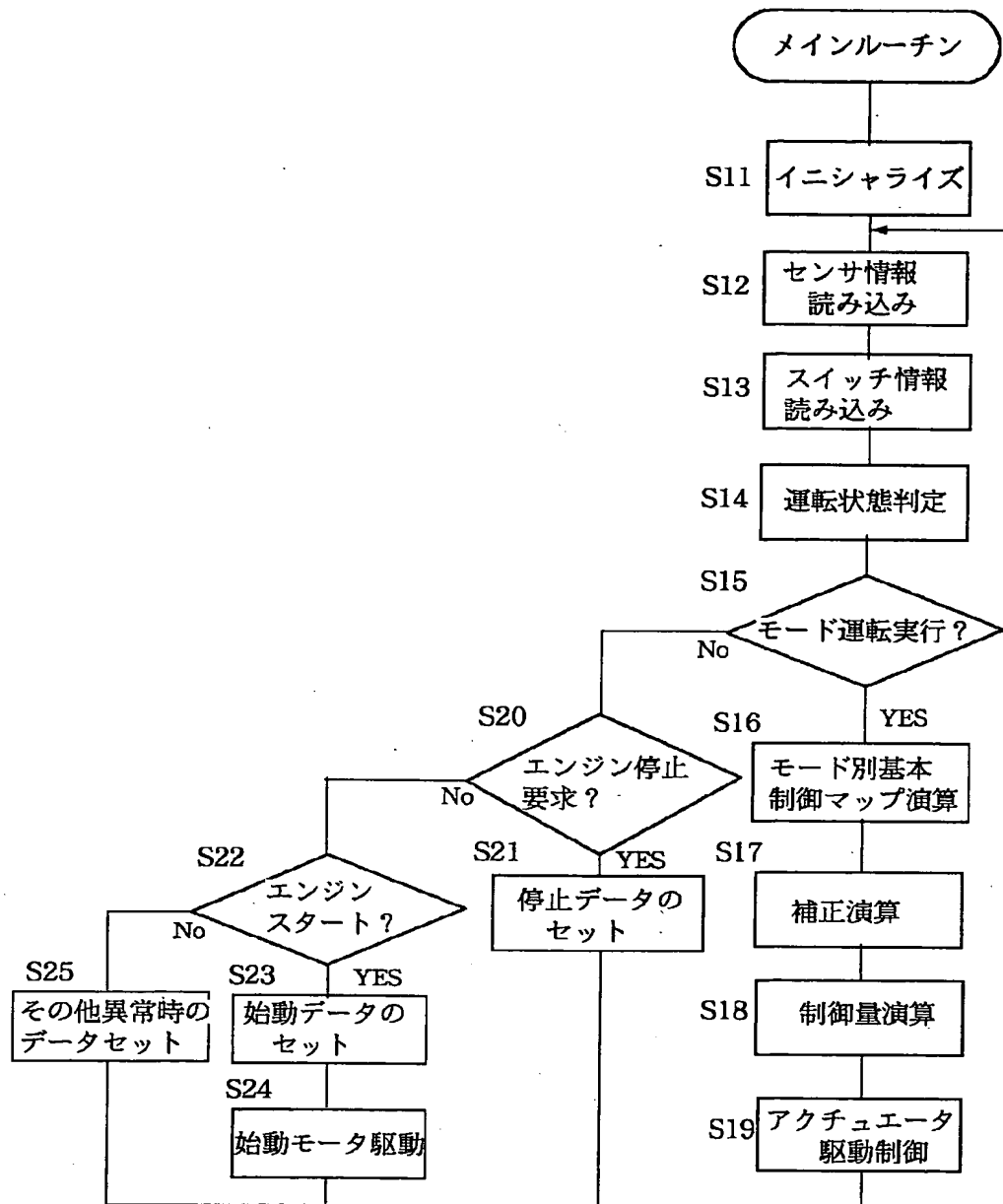
- 1 エンジン
- 9 クランク軸
- 10 リングギヤ
- 11 クランク角センサ
- 12 制御装置
- 13 燃焼室
- 25 酸素濃度センサ (O<sub>2</sub>センサ)
- 26 温度センサ
- 31 スロットル開度センサ
- 32 吸気管圧力センサ
- 34 熱線式吸入空気量センサ
- 36 吸入空気温度センサ
- 105 インジェクタ
- 106 レギュレータ
- 120 排気管温度センサ
- 150 触媒温度センサ



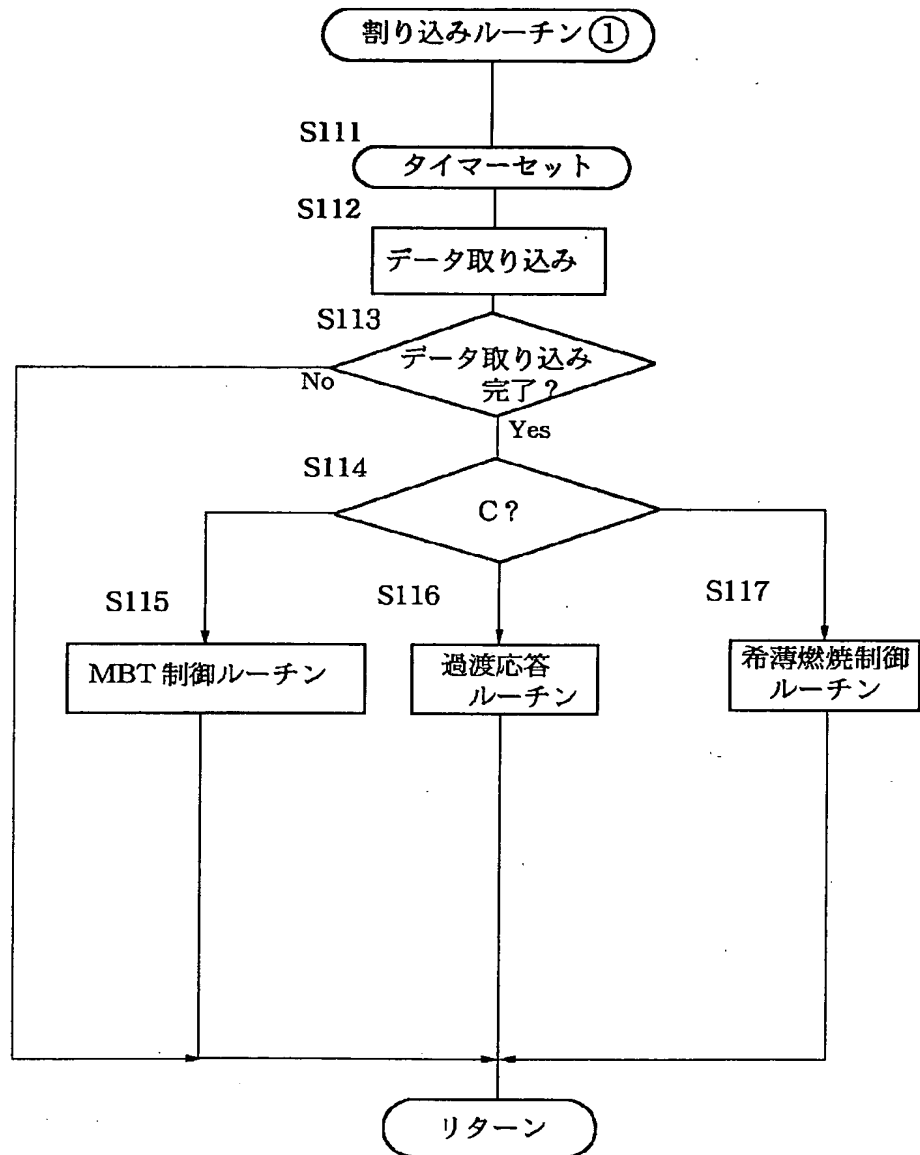
【図 1】



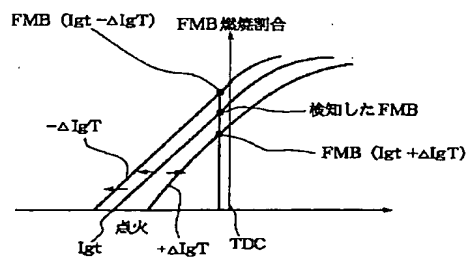
【図2】



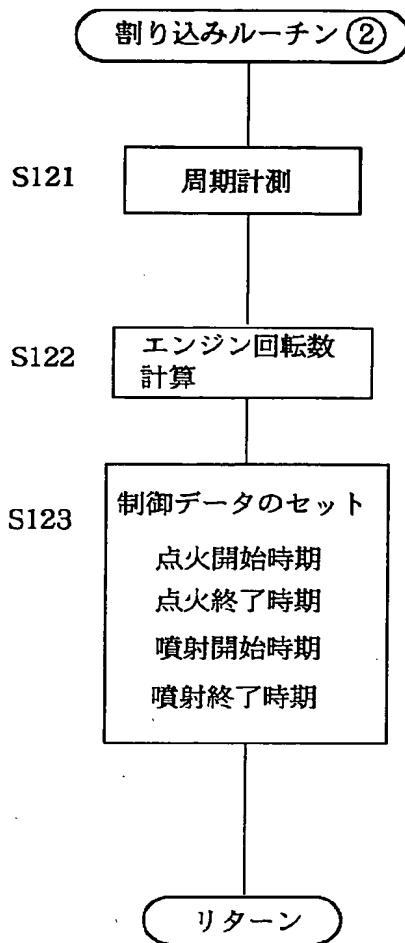
【図3】



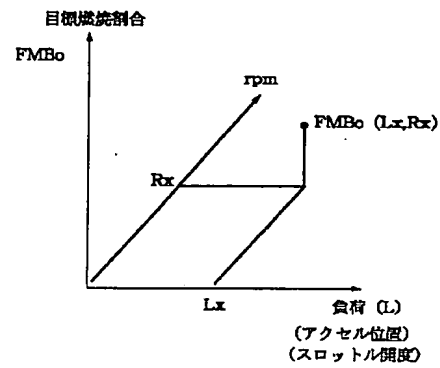
【図7】



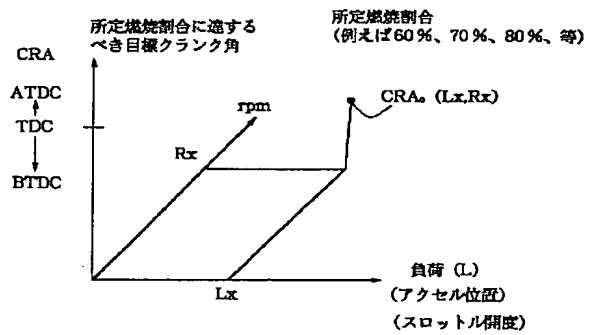
【図4】



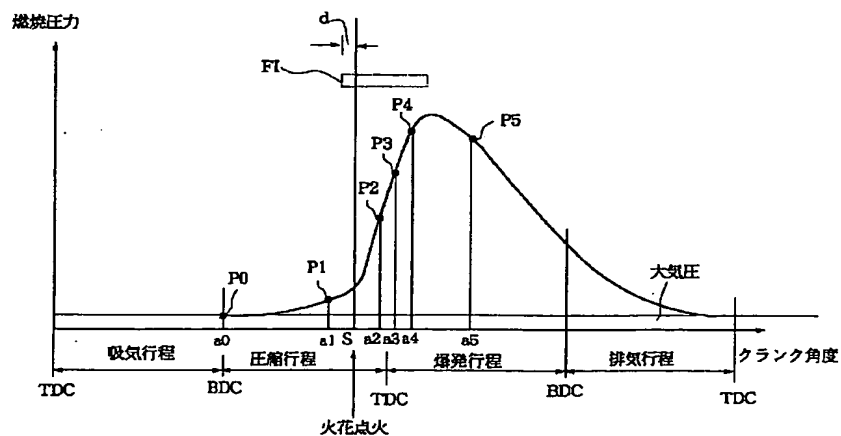
【図5】



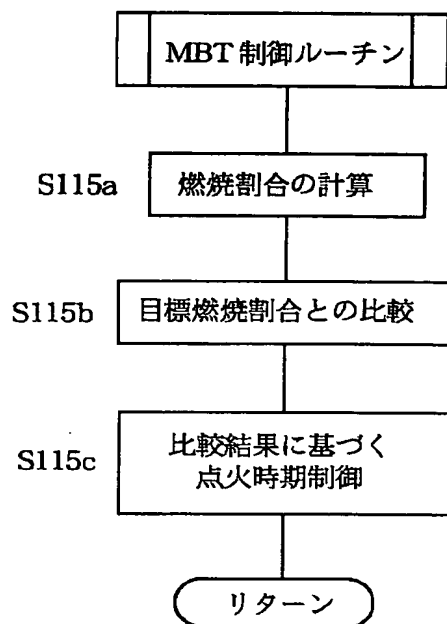
【図9】



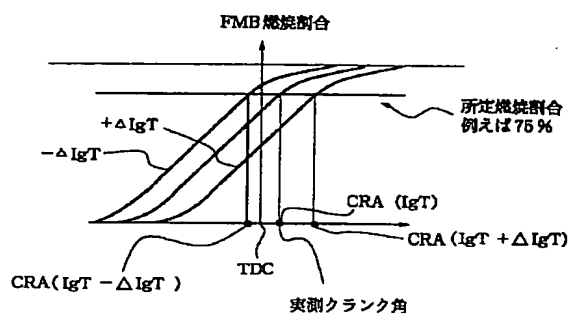
【図6】



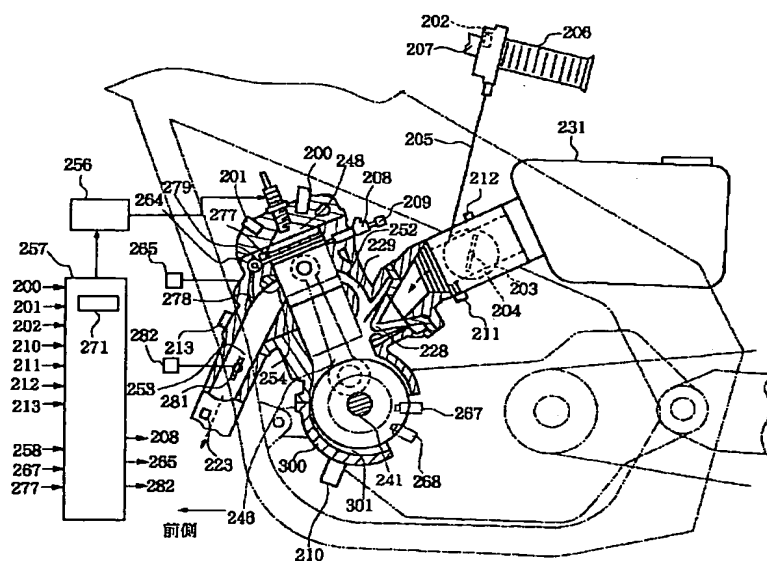
【図8】



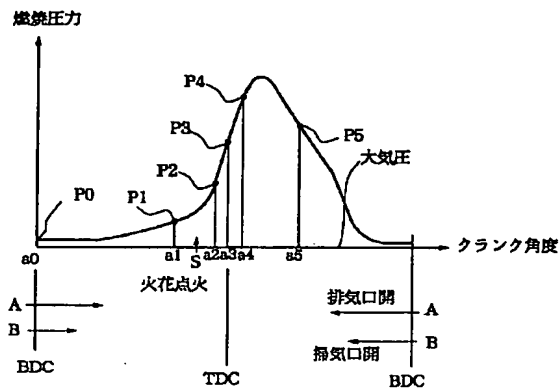
【図10】



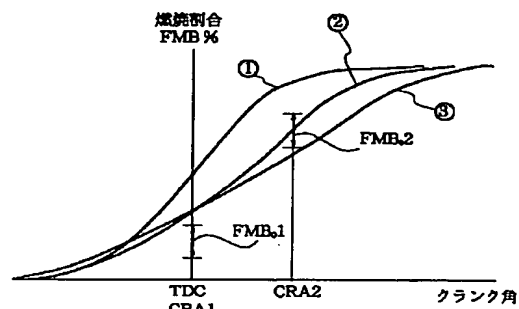
【図11】



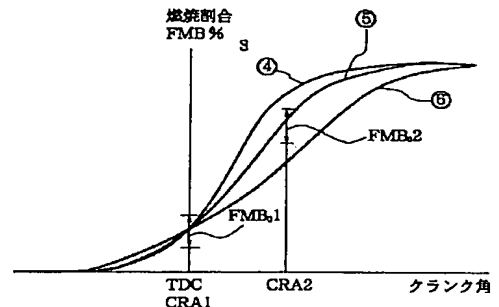
【図 12】



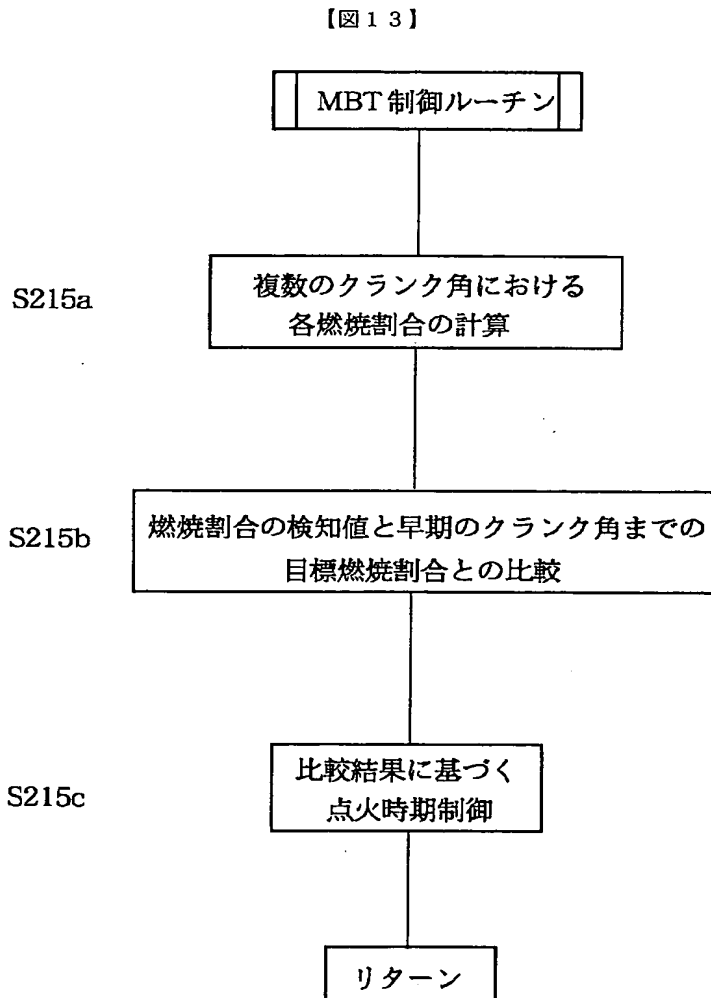
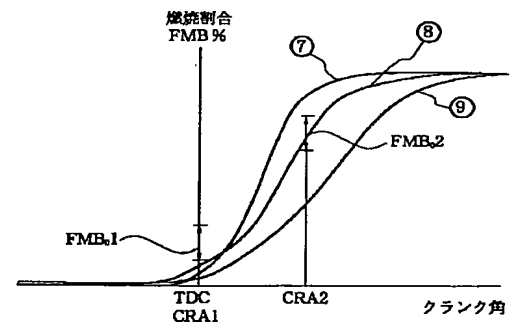
【図 14】



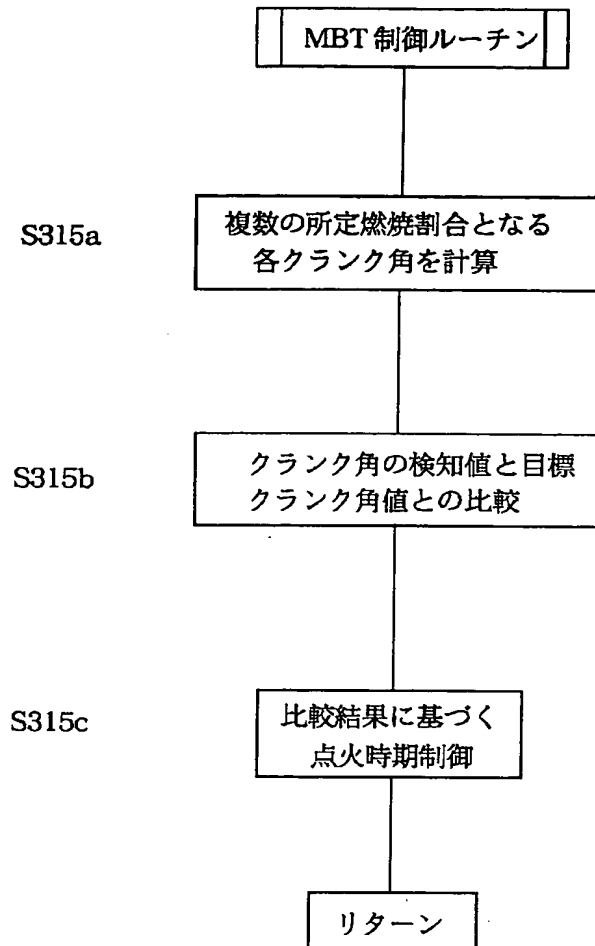
【図 15】



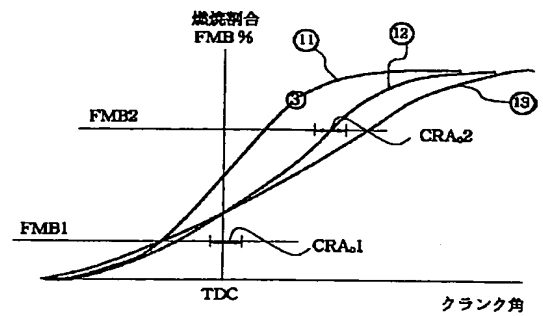
【図 16】



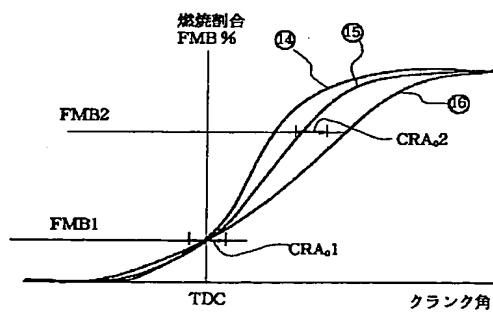
【図 17】



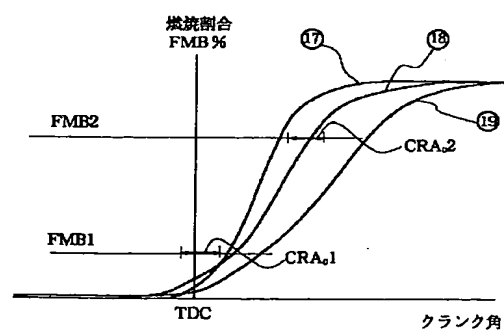
【図 18】



【図 19】



【図 20】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>

F 0 2 D 45/00

F 0 2 M 25/07

識別記号

3 6 8

5 5 0

庁内整理番号

F I

F 0 2 M 25/07

技術表示箇所

5 5 0 F